迅 维 网 ， 维 修 人 的 网 上 家 园



计算机维修技术精解

显卡维修知识精解

迅维网 赵中秋 编著





電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
http://www.phei.com.cn




计算机维修技术精解

显卡维修知识精解

迅 维 网 ， 维 修 人 的 网 上 家 园


有兴趣讨论硬件维修话题的，欢迎访问
http://www.chinafix.com.cn


本书配有光盘，其中包括显卡BIOS数据文件、若干显卡维修操作视频。


责任编辑：刘海艳
责任美编：秦　靖

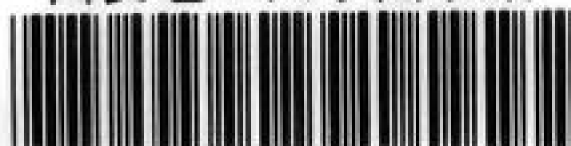



ISBN 978-7-121-11781-7
9 787121 117817 >

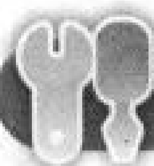
本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

定价：39.00元（含DVD光盘1张）

TP307
23



TP307
23

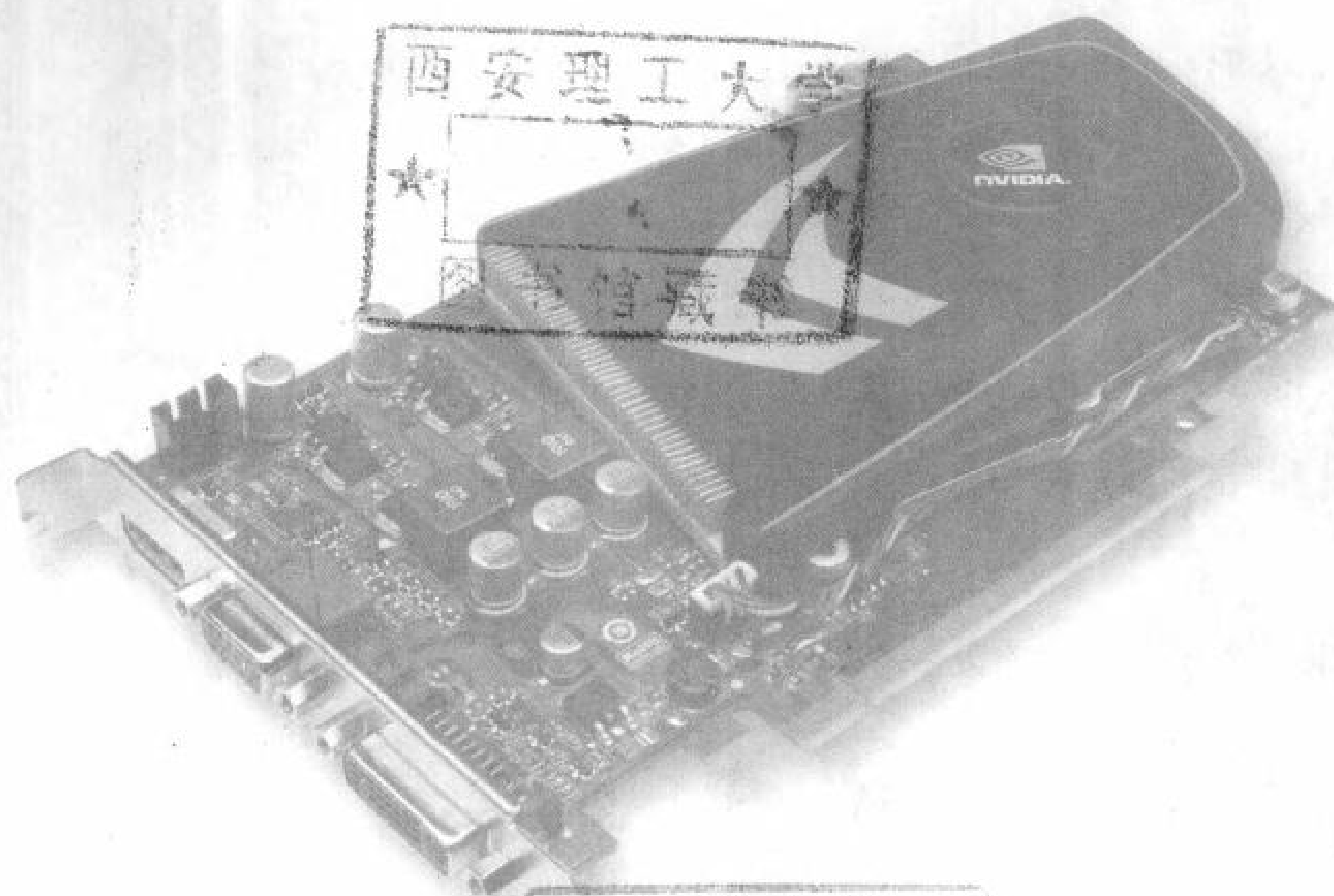


计算机维修技术精解

附光盘

显卡维修知识精解

迅维网 赵中秋 编著



中文样本图书

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

目前显卡维修在计算机维修市场上占有一席之地，是最近两年才开始火起来的项目。本书共 5 章。第 1 章是显卡的概述，讲述了显卡发展史、各种品牌显卡介绍。第 2 章是对显卡电路的认识及工作原理的讲解。第 3 章是维修工具的介绍和系统的维修方法、工厂级维修测试软件的使用。第 4 章是实际维修中总结的各种实际操作技巧。第 5 章是一些典型故障的维修实例，供大家参考。本书还配有包含部分重要操作、焊接技巧示范和显卡 BIOS 文件的光盘。

本书适合刚接触计算机维修、有基本的电路基础知识的读者阅读，也可作为计算机硬件培训机构的维修课程教材、有意自学者的学习指导分析教程，同时对从业很久的计算机维修人员也具有较高的参考价值。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

显卡维修知识精解/赵中秋编著．北京：电子工业出版社，2010.9
（计算机维修技术精解）
ISBN 978-7-121-11781-7

Ⅰ．①显…　Ⅱ．①赵…　Ⅲ．①电子计算机－维修　Ⅳ．①TP307

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 175106 号

责任编辑：刘海艳
印　　刷：北京中新伟业印刷有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
经　　销：各地新华书店
开　　本：787×1 092　1/16　印张：13.25　字数：339.2 千字
印　　次：2010 年 9 月第 1 次印刷
印　　数：4 000 册　　定价：39.00 元（含 DVD 光盘 1 张）

凡所购买的电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。



序言

借用一篇老朋友——网名"菜大师"发表在我们迅维网的文章，作为本篇序的开场白。

修者，器物复原之道也。技有高下，道无分别。

入修门者，或迫于生计以维修作稻粱谋，或志趣所致业余消遣，但凡稍窥门径，往往欲罢不能、亦苦亦乐……

窃以为，每临修板，须有三感，则无往而不利也。

一、感念天地。天地者，万物之父母，变化之根基，无论身处何门，敬天地为第一要义。

二、敬先人。西人自创生 ENIAC 以来，科技发展日新月异，递至今日，信息文明大象渐成，吾等受惠之余，当感激无数先驱之心血汗水。

三、惜缘分。遇有坏板在手，当如王子之遇睡美人，应心存怜惜之心，殚精竭虑，使之复生，则善莫大焉……

"菜大师"的一篇文章，道出了维修人的苦与乐，不管是专业维修者或业余爱好者，稍窥维修门径，则欲罢不能，在维修中体会山重水复和柳暗花明的纠结，在维修成功后体会修复的快乐，我们把这叫做维修情结。

看到本篇序言的读者，我想一定也是一个有着维修情结的人，喜欢体会修复的快乐，那么就请跟着我们，让本套丛书带你进入计算机维修的世界。

我们先了解一下本套丛书中提到的计算机维修的范畴，计算机及相关硬件产品、周边设备的二级维修技术也通俗地称为芯片级维修，芯片级维修不同于市场中一般计算机维修店的板卡级维修业务，属于底层的基础维修技术，要求从业人员必须具有扎实的电子电路基本功和较强的电路分析能力，与家电产品维修、工业设备维修、自动化控制系统等产品的维修具有高度的互通性。

那么作为一名从未接触过维修的读者，或者是有一定基础的维修爱好者，或者刚刚从事此行业的新手，如何快速简单的学习芯片级维修呢？

在我们迅维网论坛里，对新手如何学习维修的讨论也从未中断过，张先生（迅维网管理员，首席技术人员）是从事电子教学的大学教授，在网站中有过诸多新手如何学习的建议，也做了很多技术集合贴，"入门准备知识和基本技能要求"、"新手学习汇总贴"等，总体体现出来的观点有 3 个：第一，工具准备，这个是强调动手的第一步，基础的维修工具是必备的；第二，手工技术训练、测量训练和焊接训练，因为维修是靠手来做的，动手能力一定要强；第三，学习电路基础知识，电子技术无论怎么发展，基础的知识还是最重要的，就像建造一所房子，地基打得有多深，就注定了这座房子可以盖到多高。

学习计算机芯片级的维修需要付出很多努力。摩尔定律昭示了信息技术进步的高速度，也注定了紧跟其后的维修技术要跟上产品的发展。举例来说，2004 年我们还在修 Intel 8 系列平台的产品，而现在 Intel 9 系列平台已经落伍了。摩尔定律，对于我们维修人员可以称为“第一符咒”了。你是否对维修保持着高度的热情，并且不断地学习，这点非常重要。

在了解本书的内容和特点之前，先对我们本套丛书的作者做一个简单的介绍。本套丛书一共分为 4 本，内容分别是显卡维修、主板维修、笔记本维修原理、笔记本维修实例。本套丛书的主要作者都是来自一线的维修工程师——赵中秋（月饼）、杨斌（心在飞翔）、杨帅（小贝花），潘靖（若山），括号中是作者在迅维网的 ID，在迅维网论坛可以查看到他们发表的很多精彩维修实例、维修心得、经验，甚至是维修故事，他们都有维修数千片板卡和数千台笔记本电脑的经历。因此请相信，你看到的本套丛书是不同于任何一本同类书籍，是一线维修工程师的作品，最能够体现“真实”两个字。

在丛书的写作过程中，我们的写作团队确立了一个一致的目标，就是要不遗余力，毫无技术保留，尽自己的最大努力去写作，将最精彩的章节、维修思路展现给读者。

在丛书的写作中，我们重点概况了几个方面的问题：

1．工作时序的概念

新架构主板（笔记本电脑）的工作时序有了非常大的变化，信号非常复杂，每个信号的产生和发出是严格按照时序进行的，而作为市场上的大量专业维修人员及维修爱好者来说，这个时序是非常陌生的概念。因此本套丛书的一个重点内容是讲述不同架构平台的产品的工作时序，并且提供部分官方资料的下载地址，告诉读者如何通过阅读厂家公开的一些技术资料来学习主板的工作时序。

2．无铅工艺生产环境下的维修重点

无铅工艺在板卡和笔记本电脑生产中的大量应用，以及早期无铅产品生产技术的缺陷，无铅工艺焊接的问题直接导致了大量故障的产生，其根本解决方法就是对产品进行重新焊接。最突出的就是 BGA 器件的再回流焊的问题。本书将结合厂家提供的各种无铅焊接资料及文档，让读者了解无铅工艺，了解无铅的焊接工艺，介绍专业返修设备及使用方法，引导专业从业人员及维修爱好者学会解决此类故障。

3．最真实、最及时的维修实例

“真实源于工作”，每天的维修实例积累和分析，组成了我们丛书中的阅读大餐，紧跟市场维修的脚步，而不是摘录网上流传的过时维修实例。我们维修分析的角度也是独特的、犀利的。因为我们每一笔的维修单，都是要为我们的工作创造价值的，为了修复而维修，所以，这就注定了我们的分析角度会与众不同。

计算机维修市场火爆，而电子行业人才本就稀缺，培养一名合格的专业维修技术人员，更是需要花费大量的时间和精力。以目前比较热门的笔记本电脑维修为例，存在大量缺口，工作一年以上的工程师，轻松可以达到月薪四五千元，在上海和北京等大城市，更是可以达到年薪十万元甚至更高。我们迅维网总是不缺乏高薪招收维修工程师的帖子，新加坡、马来西亚、日本、新西兰等国家的华人朋友，都将招聘帖发在了我们网站的招聘版块。当然，高薪也总会是和挑战并存的。希望通过本套丛书的学习，能够为有志从事计算机维修的朋友们打下一个坚实的基础，帮助你们能成为维修行业的精英。

在国内，计算机硬件维修技术还没有系统化和标准化，因此对本书中的部分内容，也难以用一个标准进行界定，我们所做的就是将自己在维修中的心得、经验和体会与广大读者进行分享。前面我们提到过，计算机硬件相关维修技术的发展很快，我们一贯推崇分享和交流，因为这样才是快速提高技术的不二法门，欢迎读者对本套丛书的内容进行讨论，提出见解和意见。我们乐于接受批评，并分享讨论的快乐。

迅维网（原主板维修基地网）
孙景轩



前言

目前显卡维修在计算机维修市场上占有一席之地，是最近两年才开始火起来的项目，根据迅维网维修部的统计，显卡维修量和量最大的台式 PC 主板维修相比，约为其维修量的一半。而显卡的维修收费普遍高于台式 PC 主板的，尤其是高端的显卡，如图形工作站等使用的，一片显卡的维修收费可以是目前最热门的笔记本电脑维修费的 2～3 倍，由此其火热程度可见一斑。目前市场中涉及到显卡维修的书籍还很少，因此在本套维修丛书中，我们单独将显卡维修的内容出版，通过非常系统的维修方法讲解和配套的维修实例、视频光盘，为读者们揭开显卡维修的神秘面纱。有一定维修基础的朋友，可以通过对本书的学习达到独立维修显卡的程度。

本书共 5 章，第 1 章是显卡的概述，显卡发展史、各种品牌显卡介绍。就如同计算机专业总要学习计算机发展史一样，想维修显卡，这些基础常识性知识，是大家必须掌握的。第 2 章是对显卡电路的认识及工作原理讲解。第 3 章是本书的核心章节之一，包括维修工具的介绍和系统的维修方法、工厂级维修测试软件的使用。第 4 章是作者在实际维修中总结的各种实际操作技巧。第 5 章是一些典型故障的维修实例，供大家参考。电路基础部分本书没有做详细介绍，没有电路基础的读者朋友在阅读的时候，请参考电路基础的部分书籍。

显卡的发展趋势是两极分化的，高端化和集成化：对图形处理要求不高的进行集成，也就是我们常说的某芯片集成显卡，而另一端则是高端化、专业化，这种显卡的发热量是巨大的。在长期的维修工作中，作者发现显卡的 GPU 脱焊故障极为普遍，所以敬告各位读者，显卡的维修工作，对于焊接技术的要求是较高的，在学习维修显卡的过程中，必须要重视焊接技术的练习。

另外，显卡的测试工具是在 DOS 命令行下运行的，了解最基本的 DOS 命令，也是显卡维修的基本功。在这里推荐大家学习一下 DOS 的基本内部命令就可以应对了。

为了便于读者查阅，书中电路中元器件符号的标注均与集成电路原图标注一致。

随本书出版的，还有作者精心准备的视频光盘，包含了核心章节中的重要部分的操作视频、焊接技术示范和显卡 BIOS 数据文件等，相信能为大家尽快上手提供很大的帮助。

显卡的维修技术没有标准化和规范化，本书中的内容是作者在长期工作中的积累所作，无任何可参考资料，有不足之处，希望读者朋友们提出指正。

编　者



目录

第 1 章　显卡概述 …… 1
1.1　发展历程 …… 2
1.1.1　CGA 显卡 …… 2
1.1.2　MGA/MCGA 显卡 …… 2
1.1.3　VGA 接口显卡 …… 3
1.1.4　3D AGP 接口显卡 …… 3
1.1.5　PCI Express 接口显卡 …… 5
1.1.6　nVIDIA 的崛起 …… 6
1.1.7　nVIDIA/ATi 上演铁面双雄 …… 7
1.2　基本结构 …… 9
1.2.1　GPU …… 10
1.2.2　显存 …… 11
1.2.3　BIOS …… 11
1.2.4　PCB …… 12
1.2.5　供电电路 …… 13
1.2.6　输出接口 …… 14
1.2.7　其他 …… 15
1.3　产品分类 …… 16
1.3.1　PCI 接口 …… 16
1.3.2　AGP 接口 …… 17
1.3.3　PCI Express 接口 …… 17
1.4　主要参数 …… 20
1.4.1　显示芯片 …… 20
1.4.2　显存 …… 23
1.4.3　显卡采用的技术 …… 26
1.5　显卡品牌及 BIOS 下载 …… 28
1.5.1　艾尔莎 …… 29
1.5.2　丽台 …… 30
1.5.3　耕升 …… 31
1.5.4　微星 …… 31

1.5.5 华硕 …… 32
1.5.6 蓝宝石 …… 33
1.5.7 迪兰恒进 …… 33
1.5.8 七彩虹 …… 34
1.5.9 影驰 …… 35
1.5.10 讯景 …… 35
结语 …… 36
第 2 章 显卡电路原理 …… 37
2.1 工作原理 …… 38
2.2 供电电路 …… 39
2.2.1 供电来源 …… 39
2.2.2 供电方式 …… 42
2.3 GPIO、显存电路 …… 47
2.3.1 GPIO 定义 …… 47
2.3.2 DDR 显存 …… 49
2.3.3 DDR2 显存 …… 51
2.3.4 DDR3 显存 …… 53
2.4 BIOS 电路 …… 55
2.5 接口电路 …… 56
2.5.1 VGA 接口 …… 57
2.5.2 DVI 接口 …… 60
2.5.3 S 端子 …… 62
2.5.4 RCA 接口 …… 62
2.5.5 HDMI …… 62
2.6 其他电路 …… 64
2.6.1 AGP 显卡识别电路 …… 64
2.6.2 PCI-E 总线时钟复位电路 …… 65
2.6.3 显卡晶振电路 …… 66
2.6.4 散热风扇供电电路 …… 66
第 3 章 显卡维修工具和方法 …… 67
3.1 维修工具 …… 68
3.1.1 热风枪 …… 68
3.1.2 恒温烙铁 …… 69
3.1.3 万用表 …… 70
3.1.4 示波器 …… 70
3.1.5 BGA 拆焊机 …… 71
3.1.6 PCI 显卡 …… 72
3.1.7 主板 …… 72

3.1.8 硬盘 …… 72
3.1.9 测试软件 …… 73
3.2 维修方法 …… 73
3.2.1 观察法 …… 73
3.2.2 实测法 …… 73
3.2.3 加焊法 …… 75
3.2.4 比较替换法 …… 75
3.3 无显示的检修 …… 76
3.3.1 无显示的检修流程 …… 76
3.3.2 供电部分的检修 …… 76
3.3.3 时钟复位的检修 …… 78
3.3.4 金手指信号线检修 …… 79
3.3.5 巧用 BIOS 刷新程序 …… 80
3.3.6 输出接口电路检修 …… 81
3.4 花屏的检修 …… 83
3.4.1 MATS 的使用 …… 83
3.4.2 RxMEMID 的使用 …… 85
3.4.3 显存数据位排列 …… 90
3.4.4 花屏的检修思路 …… 95
3.5 其他故障检修 …… 96
3.5.1 nVIDIA 显卡降频 …… 97
3.5.2 ATi 显卡降频 …… 99
3.6 显卡 BIOS 刷写 …… 101
3.6.1 ATi 显卡 BIOS 刷写 …… 101
3.6.2 nVIDIA 显卡 BIOS 刷写 …… 102
第 4 章 焊接技巧 …… 105
4.1 电解电容焊接 …… 106
4.2 PCB 断线修补 …… 107
4.3 金手指修补 …… 108
4.4 TSOP 封装的焊接 …… 110
4.5 mBGA 封装的焊接 …… 113
4.6 GPU 加焊 …… 116
4.7 GPU 植株 …… 119
第 5 章 维修实例 …… 125
5.1 无显示故障的维修实例 …… 126
5.1.1 显卡无供电故障 …… 126
5.1.2 显卡不亮，需刷 BIOS 解决的故障 …… 128
5.1.3 7300PCI-E 显卡 GPU 损坏故障 …… 131

5.1.4 七彩虹 GeForce 6500 显卡空焊故障 …… 136
5.1.5 影驰 8500GT 显卡空焊故障 …… 140
5.1.6 杂牌 GeForce7300 显卡无显示故障 …… 142
5.2 “花屏”故障的维修实例 …… 146
5.2.1 5200 显卡“小花”故障 …… 146
5.2.2 技嘉 6600 显卡空焊的“小花”故障 …… 150
5.2.3 9550 显卡花屏故障 …… 152
5.2.4 铭瑄 8500GT 显卡空焊故障 …… 156
5.2.5 微星 X550 显卡花屏故障 …… 158
5.2.6 讯景 7600GT 显卡空焊故障 …… 164
附录 A GPU 详细参数表 …… 167
A.1 ATI GPU 参数表 …… 168
A.2 nVIDIA GPU 参数表 …… 172
A.3 XGI GPU 参数表 …… 175
A.4 Matrox GPU 参数表 …… 176
附录 B 显存命名规则 …… 177
B.1 Samsung（三星）显存命名规则 …… 178
B.2 Hynix（海力士）显存命名规则 …… 180
B.3 Qimonda（奇梦达）显存命名规则 …… 182
B.4 其他品牌显存命名规则 …… 183
附录 C 显卡常用电源管理芯片 …… 187
C.1 APW 系列 …… 188
C.1.1 APW7120 …… 188
C.1.2 APW7060 …… 189
C.1.3 APW7067 …… 190
C.2 ISL 系列 …… 191
C.2.1 ISL6549 …… 191
C.2.2 ISL6529 …… 193
C.3 RT 系列 …… 194
C.3.1 RT9202 …… 194
C.3.2 RT9214 …… 196
C.3.3 RT9232 …… 197
C.3.4 RT9259 …… 198

第 1 章

显卡概述

◎ 发展历程

◎ 基本结构

◎ 产品分类

◎ 主要参数

◎ 显卡品牌及 BIOS 下载

◎ 结语

显卡全称显示接口卡（英文为 Video Card 或 Graphics Card），又称显示适配器（Video Adapter），是个人电脑最基本的组成部分之一。

显卡的用途是将计算机系统所需要的显示信息进行转换驱动，并向显示器提供行扫描信号，控制显示器的正确显示。显卡是连接显示器和个人电脑主板的重要组件，是“人机对话”的重要设备之一。显卡作为计算机主机里的一个重要组成部分，承担输出显示图形的任务，对于喜欢玩游戏和从事专业图形设计的人来说显卡非常重要。目前，民用显卡图形芯片供应商主要包括 nVIDIA（其产品称 nVIDIA 显卡或 N 卡，其标志见图 1-1）和 AMD（ATi）（其产品称 ATi 显卡或 A 卡，其标志见图 1-2）两家。



图 1-1 nVIDIA 标志

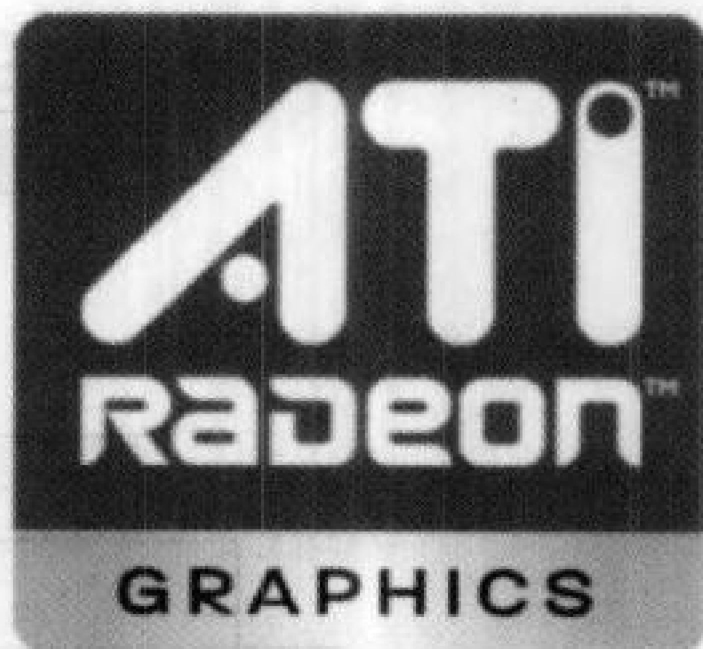


图 1-2 ATi 标志

1.1 发展历程

1.1.1 CGA 显卡

民用显卡的起源可以追溯到 20 世纪 80 年代。在 1981 年，IBM 推出了个人电脑时，它提供了两种显卡，一种是“单色显卡”（简称 MDA），一种是“彩色绘图卡”（简称 CGA）。从名字上就可以看出，MDA 是与单色显示器配合使用的，它可以显示 80 行 x25 列的文数字；CGA 则可以用在 RGB 的显示屏上，它可以绘制的图形和文数字资料。在当时来讲，计算机的用途主要是文字数据处理，虽然 MDA 分辨率为宽 752 点、高 504 点，不足以满足多大的显示要求，不过对于文字数据处理还是绰绰有余的了。而 CGA 就具有彩色和图形能力，能胜任一般的显示图形数据的需要了，不过其分辨率只有 640×350，自然不能与现在的彩色显示同日而语。

1.1.2 MGA/MCGA 显卡

1982 年，IBM 又推出了 MGA（Monochrome Graphic Adapter），又称 Hercules Card（大力士卡），除了能显示图形外，还保留了原来 MDA 的功能。当年不少游戏都需要这款卡才能显示动画效果。而当时风行市场的还有 Genoa 公司做的 EGA（Enhanced Graphics Adapter），即加强型绘图卡，可以模拟 MDA 和 CGA，而且可以在单色屏幕上一点一点画

成图形。EGA 分辨率为 640×350，可以产生 16 色的图形和文字。不过这些显卡都是采用数字方式的，直到 MCGA（Multi-Color Graphics Array）的出现，才揭开了采用模拟方式的显卡的序幕。MCGA 是整合在 PS/2 Model 25 和 30 上的影像系统。它采用了模拟 RGA 影像信号，分辨率可高达 640×480。数字 RGB 和模拟 RGB 不同的地方就像是 ON-OFF 式切换和微调式切换之间的差别。用模拟 RGB 信号的显示屏，会将每一个信号的电压值转换成符合色彩明暗的范围。只有模拟显示屏可以和 MCGA 一起使用，才可以提供最多的 256 种颜色。另外，IBM 还提供了一个模拟单色显示屏，在此显示屏上可以显示出 64 种明暗度。

1.1.3 VGA 接口显卡

VGA（Video Graphic Array）即显示绘图阵列，它是 IBM 在其 PS/2 的 Model 50、60 和 80 内建的影像系统。它的数字模式可以达到 720×400 色，绘图模式则可以达到 640×480×16 色及 320×200×256 色，这是显卡首次可以同时最高显示 256 种色彩。而这些模式更成为其后所有显卡的共同标准。VGA 显卡的盛行把计算机带进了 2D 显卡显示的辉煌时代。在以后一段时期里，许多 VGA 显卡设计的公司不断推陈出新，追求更高的分辨率和位色。与此同时，IBM 推出了 8514/A 的 Monitor 显示屏规格，主要用来支持 1024×768 的分辨率。

在 2D 时代向 3D 时代推进的过程中，有一款不能忽略的显卡就是 Trident 8900/9000 显卡，它第一次使显卡成为一个独立的配件出现在计算机里，而不再是集成的一块芯片。而后其推出的 Trident 9685 更是第一代 3D 显卡的代表。不过真正称得上开启 3D 显卡大门的却应该是 GLINT 300SX，虽然其 3D 功能极其简单，但却具有里程碑的意义。

1.1.4 3D AGP 接口显卡

时间推移到 1995 年，对于显卡来说，绝对是里程碑的一年，3D 图形加速卡正式走入玩家的视野。那个时候游戏刚刚步入 3D 时代，大量 3D 游戏的出现，也迫使显卡发展为真正的 3D 加速卡。而这一年也成就了一家公司，它就是 3Dfx。1995 年，3Dfx 还是一家小公司，不过作为一家老资格的 3D 技术公司，它推出了业界的第一块真正意义的 3D 图形加速卡——VooDoo。在当时最为流行的游戏摩托英豪里，VooDoo 在速度及色彩方面的表现都让喜欢游戏的用户为之疯狂，不少游戏狂热分子都有过拿一千多元到计算机城买上一块杂牌的 VooDoo 显卡的经历。3Dfx 的专利技术 Glide 引擎接口一度称霸了整个 3D 世界，直至 D3D 和 OpenGL 的出现才改变了这种局面。VooDoo 标配为 4MB 显存，能够提供在 640×480 分辨率下 3D 显示速度和最华丽的画面。当然，VooDoo 也有硬伤，它只是一块具有 3D 加速功能的子卡，使用时需搭配一块具有 2D 功能的显卡，相信不少老 EDO 资格的玩家都还记得 S3 765+ VooDoo 这个为人津津乐道的黄金组合。讲到 S3 765，就不得不提到昔日王者 S3 显卡了。

S3 765 显卡是当时兼容机的标准配置，最高支持 2MB EDO 显存，能够实现高分辨率显示，这在当时属于高端显卡的功效，这一芯片真正将 SVGA 发扬光大。能够支持 1024×768 的分辨率，并且在低分辨率下支持最高 32 位真彩色，而且性价比也较强。因此，S3 765 实际上为 S3 显卡带来了第一次的辉煌。

而后在 1996 年又推出了 S3 Virge，它是一块融合了 3D 加速的显卡，支持 DirectX，并包含许多先进的 3D 加速功能，如 Z-buffering、Doubling buffering、Shading、Atmospheric effect、Lighting，实际成为 3D 显卡的开路先锋，成就了 S3 显卡的第二次辉煌。可惜后来在 3Dfx 的追赶下，S3 的 Virge 系列没有再继辉煌，最终被市场抛弃。

此后，为了修复 VooDoo 没有 2D 显示这个硬伤，3Dfx 继而推出了 VooDooRush，在其中加入了 Z-Buffer 技术。可惜相对于 VooDoo，VooDooRush 的 3D 性能却没有任何提升，更可怕的是带来不少兼容性的问题，而且价格居高不下的因素也制约了 VooDooRush 显卡的推广。

当然，当时的 3D 图形加速卡市场也不是 3Dfx 一手遮天，高高在上的价格给其他厂商留下了不少生存空间，像堪称当时性价比之王的 Trident 9750/9850，以及提供了 MPEG-II 硬件解码技术的 SiS6326，还有在显卡发展史上第一次出场的 nVIDIA 推出的 Riva128/128zx，都得到不少玩家的宠爱，这也促进了显卡技术的发展和市场的成熟。1997 年是 3D 显卡初露头脚的一年，而 1998 年则是 3D 显卡如雨后春笋激烈竞争的一年。1998 年的 3D 游戏市场风起云涌，大量更加精美的 3D 游戏集体上市，从而让用户和厂商都期待出现更快更强的显卡。

在 VooDoo 带来的巨大荣誉和耀眼的光环下，3Dfx 以高屋建瓴之势推出了又一划时代的产品——VooDoo2。VooDoo2 自带 8MB/12MB EDO 显存，PCI 接口，卡上有双芯片，可以实现单周期多纹理运算。当然 VooDoo2 也有缺点，它的卡身很长，并且芯片发热量非常大，也成为一个烦恼，而且 VooDoo2 依然作为一块 3D 加速子卡，需要一块 2D 显卡的支持。但是不可否认，VooDoo2 的推出已经使得 3D 加速又到达了一个新的里程碑，凭借 VooDoo2 的效果、画面和速度，征服了不少当时盛行一时的 3D 游戏，如 Fifa98、NBA98、Quake2 等。也许不少用户还不知道，最为流行的 SLI 技术也是当时 VooDoo2 的一个新技术，VooDoo2 第一次支持双显卡技术，让两块 VooDoo2 并联协同工作获得双倍的性能。

1998 年虽然是 VooDoo2 大放异彩的一年，但其他厂商也有一些经典之作。Matrox MGA G200 在继承了自己超一流的 2D 水准以外，3D 方面有了革命性的提高，不但可以提供与 VooDoo2 差不多的处理速度和特技效果，另外还支持 DVD 硬解码和视频输出，并且独一无二地首创了 128 位独立双重总线技术，大大提高了性能。配合当时相当走红的 AGP 总线技术，G200 也赢得了不少用户的喜爱。

Intel 的 I740 是搭配 Intel 当时的 440BX 芯片组推出的，它支持 AGP 2X 技术，标配 8MB 显存，可惜 I740 的性能并不好，2D 性能只能和 S3 Virge 看齐，而 3D 方面也只有 Riva128 的水平，不过价格方面就有明显优势，让它在低端市场站住了脚。

Riva TNT 是 nVIDIA 推出的意在阻击 VooDoo2 的产品，它标配 16MB 的大显存，完全支持 AGP 技术，首次支持 32 位色彩渲染，还有快于 VooDoo2 的 D3D 性能和低于 VooDoo2 的价格，让其成为不少玩家的新宠。而一直在苹果电脑世界闯荡的 ATi 也出品了一款名为 Rage Pro 的显卡，速度比 VooDoo 稍快。

而 1998 年的一个悲剧英雄是来自王者 S3 的野人系列 Savage 系列显卡。Savage3D 采用 128 位总线结构及单周期三线性多重贴图技术，最大像素填充率达到了 125MPixel/s，三角形

生成速率也达到了每秒500万个。通过S3新设计的AGP引擎和S3TC纹理压缩技术，支持Direct3D与OpenGL，最大显存容量可达8MB SGRAM或SDRAM，支持AGP 4X规范。同时也支持当时流行的如反射和散射、Alpha混合、多重纹理、衬底纹理、边缘抗锯齿、16/24位Z-buffering、Tri-linear Filtering（三线性过滤技术）、S3TC纹理压缩技术等技术。可惜就是受到驱动程序不兼容的严重影响，最终在1999年时惨淡收场。

 **小知识**

MPixel/s是像素单位，指兆像素/秒。

2000年8月，Intel推出AGP 3.0规范，工作电压降到0.8V，并增加了8X模式，这样它的数据传输带宽达到了2133MB/s，数据传输能力相对于AGP 4X成倍增长，能较好地满足当前显示设备的带宽需求。其发展已经经历了AGP 1X、AGP 2X、AGP 4X、AGP 8X几个阶段。

AGP是当前已经淘汰的图形系统接口。

1.1.5 PCI Express接口显卡

PCI Express总线是为将来的计算机和通信平台定义的一种高性能通用I/O互连总线。

在2001年春季的IDF上，Intel正式公布了PCI Express标准，是取代PCI总线的第三代I/O技术，也称为3GIO。该总线的规范由Intel支持的AWG（Arapahoe Working Group）负责制定。2002年4月17日，AWG正式宣布3GIO 1.0规范草稿制定完毕，并移交PCI-SIG进行审核。受到串行ATA的影响，开始的时候大家都以为它会被命名为Serial PCI，但最后却被正式命名为PCI Express。2006年正式推出Spec 2.0（2.0规范）。

PCI Express总线技术的演进过程，实际上是计算系统I/O接口速率演进的过程。PCI总线是一种33MHz@32bit或者66MHz@64bit的并行总线，总线带宽为133～533MB/s，连接在PCI总线上的所有设备共享133～533MB/s带宽。这种总线用来应付声卡、10/100Mb/s网卡及USB 1.1等接口基本不成问题。随着计算机和通信技术的进一步发展，新一代的I/O接口大量涌现，如千兆位（GE）和万兆位（10GE）以太网技术、4Gb/8Gb的FC技术，使得PCI总线的带宽已经无力应付计算系统内部大量高带宽并行读/写的要求，PCI总线也成为系统性能提升的瓶颈，于是就出现了PCI Express（简称为PCI-E）总线。PCI Express总线技术在当今新一代的存储系统中得到已经普遍的应用。PCI Express总线能够提供极高的带宽，来满足系统的需求。

目前，PCI Express 3.0规范也已经确定，其编码数据速率，比同等情况下的PCI Express 2.0规范提高了一倍，32X端口的双向速率高达320Gb/s。

1. PCI总线的缺点

PCI总线的最大优点是总线结构简单、成本低、设计简单，但是缺点也比较明显：

（1）并行总线无法连接太多设备，总线扩展性比较差，线间干扰将导致系统无法正常工作；

（2）当连接多个设备时，总线有效带宽将大幅降低，传输速率变慢；

（3）为了降低成本和尽可能减少相互间的干扰，需要减少总线带宽，或者地址总线和数据总线采用复用方式设计，这样降低了带宽利用率。

2．PCI Express 相比 PCI 的技术优势

（1）PCI Express 总线是串行总线，进行点对点传输，每个传输通道独享带宽。

（2）PCI Express 总线支持双向传输模式和数据分信道传输模式。其中的数据分信道传输模式即 PCI Express 总线的 1X、2X、4X、8X、12X、16X 和 32X 多通道连接。1X 单向传输带宽即可达到 250MB/s，双向传输带宽更能够达到 500MB/s，这已经不是普通 PCI 总线所能够相比的了。

（3）PCI Express 总线充分利用先进的点到点互连、基于交换的技术、基于包的协议来实现新的总线性能和特征。电源管理、服务质量（QoS）、热插拔支持、数据完整性、错误处理机制等也是 PCI Express 总线所支持的高级特性。

（4）与 PCI 总线良好的继承性，可以保持软件的继承和可靠性。PCI Express 总线关键的 PCI 特征，如应用模型、存储结构、软件接口等与传统 PCI 总线保持一致，但是并行的 PCI 总线被一种具有高度扩展性的、完全串行的总线所替代。

（5）PCI Express 总线充分利用先进的点到点互连，降低了系统硬件平台设计的复杂性和难度，从而大大降低了系统的开发制造设计成本，极大地提高系统的性价比和健壮性。系统总线带宽提高同时，减少了硬件脚位的数量，硬件的成本直接下降。

PCI-E 接口是目前显卡的主流接口。

1.1.6 nVIDIA 的崛起

1999 年，20 世纪末的显卡市场出现了百花齐开的局面，而且这一年也让市场摆脱了 3Dfx 的一家独霸局面。由于战略的失误，让 3Dfx 失去了市场。30fx 推出了 VooDoo3，配备了 16MB 显存，支持 16 色渲染。虽然在画质上无可挑剔，但是高昂的价格及与市场格格不入的标准让它难掩颓势。20 世纪末的这一年，显卡的辉煌留给了 nVIDIA。

在 1999 年，nVIDIA 挟 TNT 的全威推出 TNT2 Ultra、TNT2 和 TNT2 M64 三个版本的芯片，后来又有 Pro 和 VANTA 两个版本。这种分类方式也促使后来各个生产厂家对同一芯片进行高、中、低端的划分，以满足不同层次的消费需要。TNT 系列配备了 8～32MB 的显存，支持 AGP 2X/4X，支持 32 位渲染等众多技术，虽然 16 位色下画面大大逊色于 VooDoo3，但是在 32 位色下，表现却可圈可点；另外，在 16 位色下，TNT2 的性能已经略微超过 VooDoo3 了。不过客观地说，在 32 位色下，TNT 系列显卡性能损失相当多，速度上跟不上 VooDoo3 了。当然，nVIDIA 能战胜 VooDoo3，与 3Dfx 公司推行的策略迫使许多厂商投奔 nVIDIA 也不无关系，促进了 TNT 系列的推广。显卡市场上出现了 nVIDIA 与 3Dfx 两家争霸的局面。

1999 年的显卡市场不可遗忘的产品还有 Matrox MGA G400，它拥有 16MB/32MB 的显存容量，支持 AGP 2X/4X，还支持大纹理及 32 位渲染等，都是当时业界非常流行和肯定的技术，除此之外，独特、漂亮的 EMBM 硬件凹凸贴图技术，营造出的完美凹凸感并能实现

动态光影效果的技术确实让无数游戏玩家为其疯狂。在 3D 方面，其速度和画面基本都是介于 VooDoo3 和 TNT2 之间，并且 G400 拥有优秀的 DVD 回放能力，不过由于价格及它注重于 OEM 和专业市场，因此，在民用显卡市场所占的比例并不大。

从 1999 年到 2000 年，nVIDIA 终于爆发了。它在 1999 年年末推出了一款革命性的显卡——GeForce 256，彻底打败了 3Dfx。代号 NV10 的 GeForce 256 支持 Cube-Environment Mapping，完全的硬件 T&L（Transform & Lighting），把原来由 CPU 计算的数据直接交给显示芯片处理，大大解放了 CPU，也提高了芯片的使用效率。GeForce 256 拥有 4 条图形纹理信道，单周期每条信道处理两个像素纹理，工作频率 120MHz，全速可以达到 480MPixel/s，支持 SDRAM 和 DDR RAM，使用 DDR 的产品能更好地发挥 GeForce 256 的性能。其不足之处就在于采用了 0.22μm 的工艺技术，发热量比较高。

2000 年，nVIDIA 开发出了第五代的 3D 图形加速卡——GeForce2，采用了 0.18μm 的工艺技术，不仅大大降低了发热量，而且使得 GeForce2 的工作频率可以提高到 200MHz。GeForce2 拥有四条图形纹理信道，单周期每条信道处理两个像素纹理，并且使用 DDR RAM 解决显存带宽不足的问题。在 GeForce 256 的基础上，GeForce2 还拥有的 NSR（nVIDIA Shading Rasterizer），支持 Per-Pixel Shading 技术，同时支持 S3TC、FSAA、Dot-3 Bump Mapping 及硬件 MPEG-2 动态补偿功能，完全支持微软的 DirectX 7。而面对不同的市场分级，它相继推出了低端的 GeForce2 MX 系列及面向高端市场的 GeForce2 Pro 和 GeForce GTS，全线的产品线让 nVIDIA 当之无愧地成为显卡的霸主。

3Dfx 在被 nVIDIA 收购之前还推出了 VooDoo4/5，VooDoo4 4500 使用一颗 VSA-100 芯片，VooDoo5 5500 使用两颗 VSA-100 芯片，而 VooDoo5 6000 使用四颗 VSA-100 芯片。可惜由于各方面的原因，VooDoo4/5 并不能让没落的 3Dfx 有一丝起色，最终难逃被 nVIDIA 收购的命运。

而现在作为 nVIDIA 主要竞争对手的 ATi，也在 2000 年凭借 T&L 技术打开市场。在经历“曙光女神”的失败后，ATi 也推出了自己的 T&L 芯片 Radeon 256。Radeon 也和 nVIDIA 一样具有高低端的版本，完全硬件 T&L，Dot3 和环境映射凹凸贴图，还有两条纹理流水线，可以同时处理三种纹理。但最出彩的是 Hyper-Z 技术，大大提高了 Radeon 显卡的 3D 速度，拉近了与 GeForce2 系列的距离，ATi 的显卡也开始在市场占据主导地位。

2000 年的低端市场还有来自 Trident 的 Blade T64 和 Blade XP。Blade XP 核心属于 Trident 第一款 256 位的绘图处理器，采用 0.18μm 的制造工艺，核心时钟频率为 200MHz，像素填充率达到 1.6GPixel/s，与 GeForce2 GTS 处于同一等级，支持 DirectX7.0 等。可惜由于驱动程序及性能等方面的原因，这两款显卡并没有得到用户的支持。

1.1.7 nVIDIA/ATi 上演铁面双雄

踏入 2001 年以后，如同桌面处理器市场的 Intel 和 AMD 一样，显卡市场演变为 nVIDIA 与 ATi 两雄争霸的局势。nVIDIA 方面，凭借刚刚推出的 GeForce3 系列占据了不少市场，GeForce3 Ti 500、GeForce2 Ti 和 GeForce3 Ti、GeForce MX 分别定位于高、中、低三线市场。与 GeForce2 系列显卡相比，GeForce3 显卡最主要的改进之处就是增加了可编程 T&L 功能，能够对几乎所有的画面效果提供硬件支持。GeForce3 总共具有 4 条像素管道，

填充速率最高可以达到 800MPixel/s。GeForce3 系列还拥有 nfiniteFX 顶点处理器、nfiniteFX 像素处理器及 Quincunx 抗锯齿系统等技术。

而作为与之相抗衡的 ATi Radeon 8500/7500 系列，采用 0.15μm 工艺制造，包括 6000 万只晶体管，采用了不少新技术（如 Truform、Smartshader 等）。并根据显卡的核心/显存工作频率分成不同的档次——核心/显存分别为 275/550MHz 的标准版，核心/显存分别为 250/500MHz 的 Radeon 8500LE，生产核心/显存频率分别为 300/600MHz 的 Ultra 版，以及中端的 Radeon 7500，低端的 Radeon 7200、Radeon 7000 等产品。值得一提的是，Radeon 8500 还支持双显示技术。

2002 年，nVIDIA 与 ATi 的竞争更加白热化。为巩固其图形芯片市场霸主地位，nVIDIA 推出了 GeForce4 系列，分别为 GeForce4 Ti 4800、GeForce4 Ti 4600、GeForce4 Ti 4400、GeForce4 Ti 4200、GeForce4 MX 460、GeForce4 MX 440 和 GeForce4 MX 420。GeForce4 Ti 系列无疑是最具性价比的，其代号是 NV25，它主要针对当时的高端图形市场，是 DirectX 8 时代下最强劲的 GPU 图形处理器。芯片内部包含的晶体管数量高达 6 千 3 百万只，使用 0.15μm 工艺生产，采用了新的 PBGA 封装，运行频率达到了 300MHz，配合频率为 650MHz DDR 显存，可以实现每秒 49 亿次的采样。GeForce4 Ti 核心内建 4 条渲染流水线，每条流水线包含两个 TMU（材质贴图单元）。GeForce4 系列从高到低，横扫了整个显卡市场。

作为反击，ATi 出品了 Radeon 9700/9000/9500 系列，首次支持 DirectX 9，使其在与 nVIDIA 的竞争中抢得先机。而 Radeon 9700 更是在速度与性能方面首次超越 nVIDIA。Radeon 9700 支持 AGP 8X、DirectX 9，核心频率是 300MHz，显存时钟是 550MHz。Radeon 9700，实现了可程序化的革命性硬件架构。AGP 8X 最新标准符合绘图要求，配有 8 个平等处理的彩绘管线，每秒可处理 25 亿像素，4 个并列的几何处理引擎更能处理每秒 3 亿个形迹及光效多边形。而 Radeon 9000 是面向低端的产品，Radeon 9500 则直挑 GeForce4 Ti 4200。

同年，SiS 发布了 Xabre 系列。它是第一款 AGP 8X 显卡，全面支持 DirectX 8.1，在发布之时是相当抢眼的。Xabre 系列图形芯片采用 0.15μm 工艺，具备 4 条像素渲染流水线，并且每条流水线拥有两个贴图单元。理论上可提供高达 1200MPixel/s 的像素填充率和 2400MTexel/s 的材质填充率。随后发布的 Xabre600，采用 0.13μm 工艺，主频和显存频率都提高了不少，性能与 GeForce4 Ti 4200 差不多。

2003 年的显卡市场依旧为 N 系与 A 系所统治。nVIDIA 的 GeForce FX 5800（NV30）系列拥有 32 位着色，颜色画面有质的提高。在其基础上推出的 GeForce FX 5900，提高了晶体管数，降低了核心频率与显存频率，改用了 256B99v DDR 以提高了显存带宽。后半年还推出了 GeForce FX 5950/5700 系列，以取代 GeForce FX 5900/5600。而 ATi 推出了 Radeon 9800/Pro/SE/XT，凭借其超强的性能及较低的售价，再次打败 GeForce GX 5800。这一年市场上的主流产品还有 GeForce FX 5600、GeForce FX 5200 和 Radeon 9600 和 Radeon 9200。

2004 年也是 ATi 大放异彩的一年，不过其最大的功臣却是来自于面向中低端的 Radeon 9550。这款 2004 年最具性价比的显卡，让 ATi 在低端市场呼风唤雨。Radeon 9550 基于 RV350 核心，采用 0.13μm 工艺，核心频率为 250MHz，显存频率为 400MHz，4 条渲染管

道，1 个纹理单元，同时兼容 64 位和 128 位。这款产品是 9600 的降频版，但是通过改造，都可以变成 Radeon 9600，性价比极强。而老对手的 nVIDIA 显卡方面，却只推出了一款新品 GeForce FX 5900 XT/SE，而与 Radeon 9550 处于同一竞争线的 5200、5500 与 5700LE 系列，虽然性能不错，可惜价格却没有优势，被 Radeon 9550 彻底打败。2004 年让 nVIDIA 郁闷了一整年。

ATi 从 2005 年开始就一直被 nVIDIA 压制。无论是 1950XTX 对抗 7900GTX，2900XT 对抗 8800GTX，3870X2 对抗 9800GX2，在旗舰产品上，ATi 一直属于劣势，但在 2008 年 6 月发生了转机。ATi 发布了 RV770，无论是从市场定价还是从性能上都是十分让人满意的，RV770 的中端产品 4850 的价格更是让 nVIDIA 措手不及，无奈在一周内 9800GTX 降价 1000 元，但无论是性能还是价格依旧挡不住 4850 的攻势。4870 紧接着发布了采用 DDR5 显存的 RV770，其浮点运算能力更是达到了 1TB/s。nVIDIA 发布的新核心 GT200 的旗舰版本 GTX280 虽然在性能上暂时取得了暂时的领先，但是和 4870 相比只有 10%的性能差距，而且由于工艺较落后，导致成本过高，没有性价比。就在人们以为 ATi 放弃旗舰，准备走性价比路线时，ATi 推出了 R700，也就是 4870X2，并且大幅度改良了桥接芯片的性能，领先 GTX280 高达 50%～80%，而 GTX280 的核心面积已经太大了，不可能衍生出单卡双芯，所以 ATi 依靠单卡双芯重新夺得了性能之王。但是在 2009 年年初，nVIDIA 凭借其新推出的 GTX295，重新夺回显卡性能之王宝座。GeForce GTX 295 流处理器和纹理过滤单元的数量相当于 GeForce GTX 280 的翻番，光栅操作单元数量和显存配置则是两倍于 GeForce GTX 260，而各种频率都和 GeForce GTX 260 保持一致，这显然是出于控制功耗的考虑。如果能换用水冷等更强劲的散热器，肯定还会有不小的超频空间。

1.2 基本结构

显卡主要的组成部分有 GPU（在散热片下面）、显存、BIOS、PCB、供电电路、输出接口、散热片和散热风扇、晶振等，如图 1-3 所示。

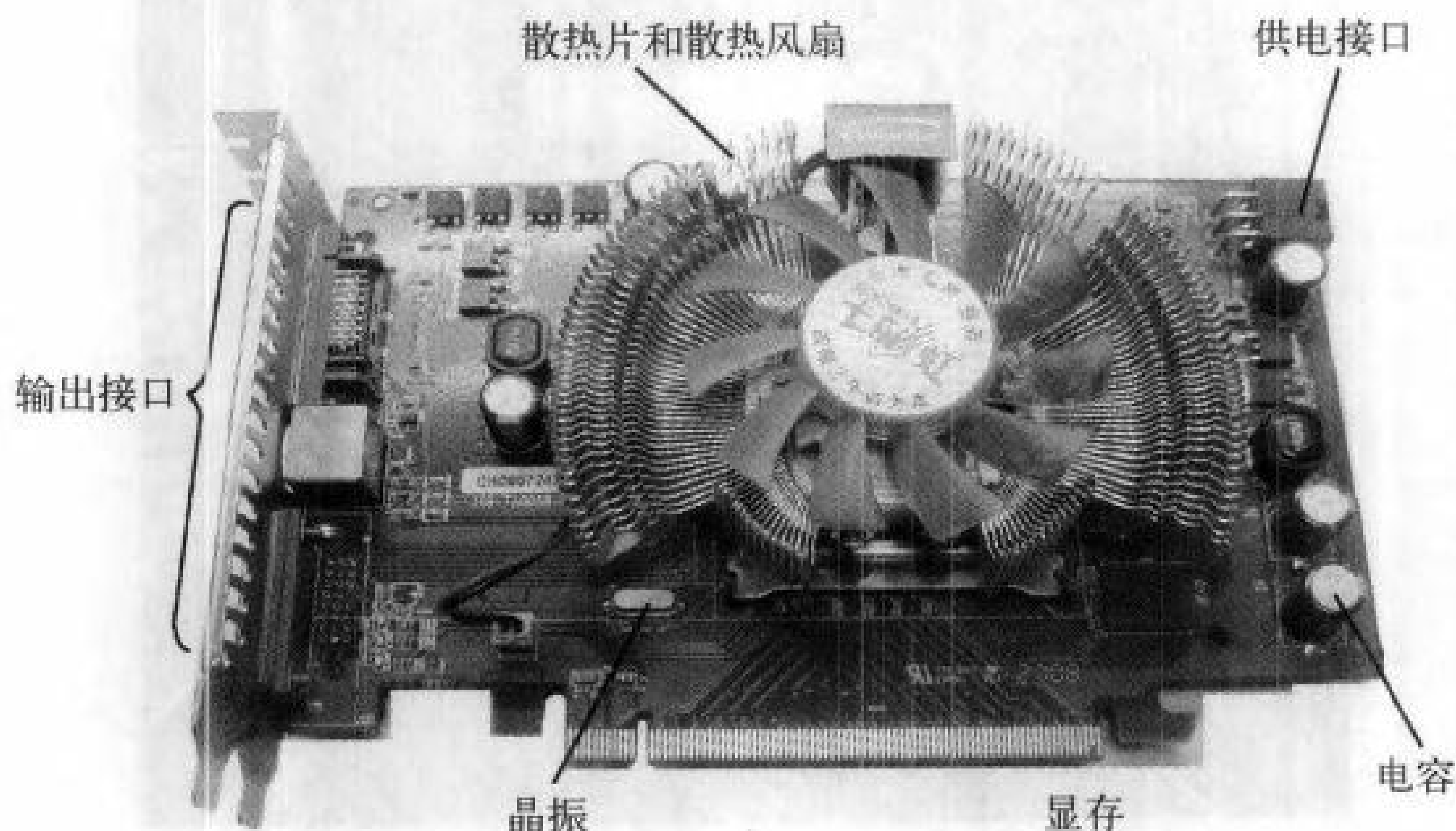


图 1-3 显卡基本结构

1.2.1 GPU

Graphic Processing Unit 简称 GPU，中文翻译为“图形处理器”。nVIDIA 公司在发布 GeForce 256 图形处理芯片时首先提出该概念。GPU 使显卡降低了对 CPU 的依赖，并承担部分原本 CPU 的工作，尤其是在 3D 图形处理时。GPU 所采用的核心技术有硬件 T&L（几何转换和光照处理）、立方环境材质贴图和顶点混合、纹理压缩和凹凸映射贴图、双重纹理四像素 256 位渲染引擎等，而硬件 T&L 技术可以说是 GPU 的标志。GPU 主要由 nVIDIA（见图 1-4）与 ATi（见图 1-5）两家厂商生产。

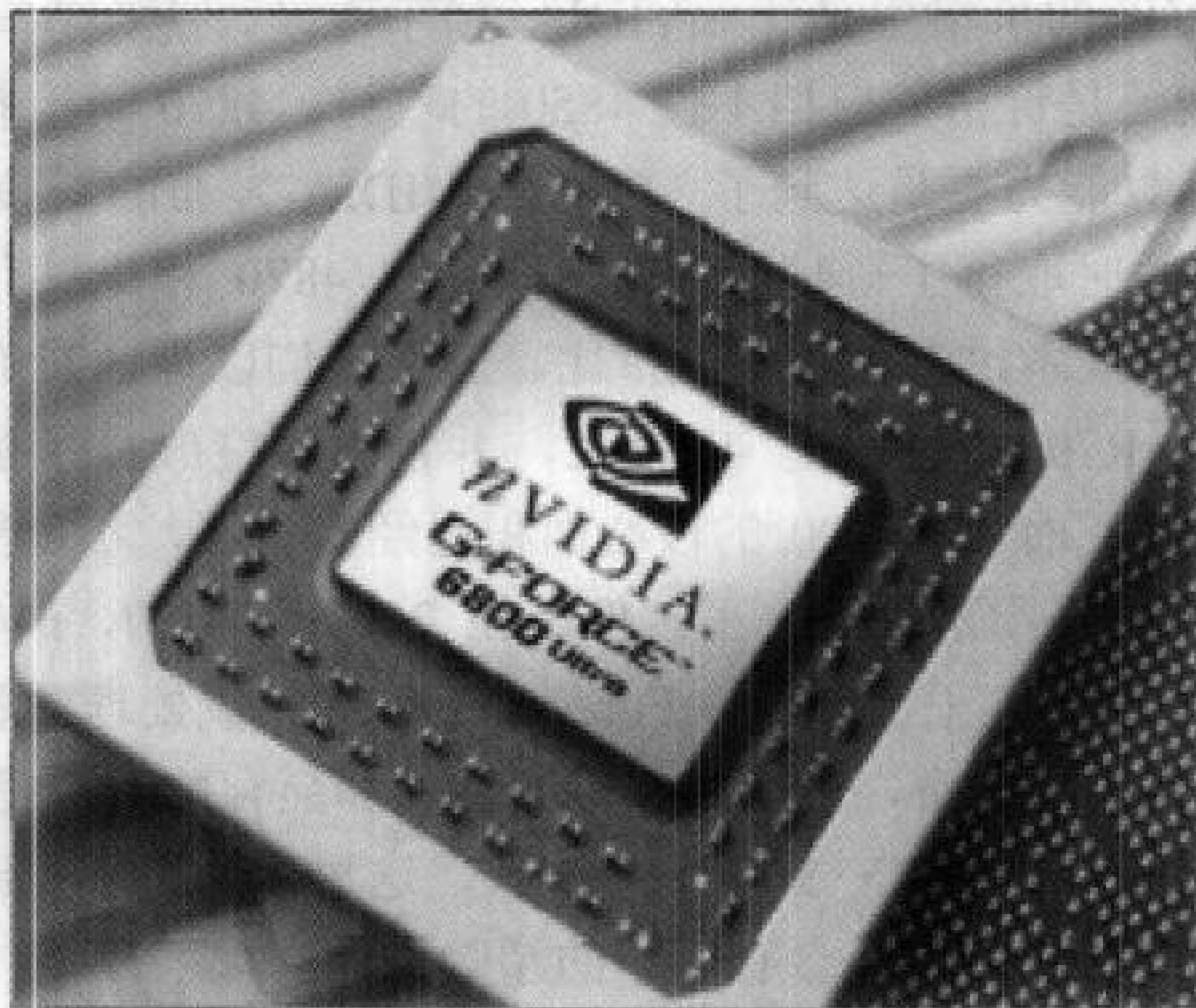


图 1-4　nVIDIA 芯片



图 1-5　ATi 芯片

1.2.2 显存

显存是显示内存的简称。顾名思义，其主要功能就是暂时存储显示芯片要处理的数据和处理完毕的数据。图形核心的性能越强，需要的显存也就越大。以前的显存主要是 SDR 的，容量也不大。而现在市面上基本采用的都是 DDR3 规格的，在某些高端卡上更是采用了性能更为出色的 DDR4 或 DDR5 内存。显存主要有三星（SAMSUNG）、海力士（Hynix）、奇梦达（Qimonda）等品牌。显存的封装形式主要有 MBGA 封装（见图 1-6）和 TSOP 封装（见图 1-7）。

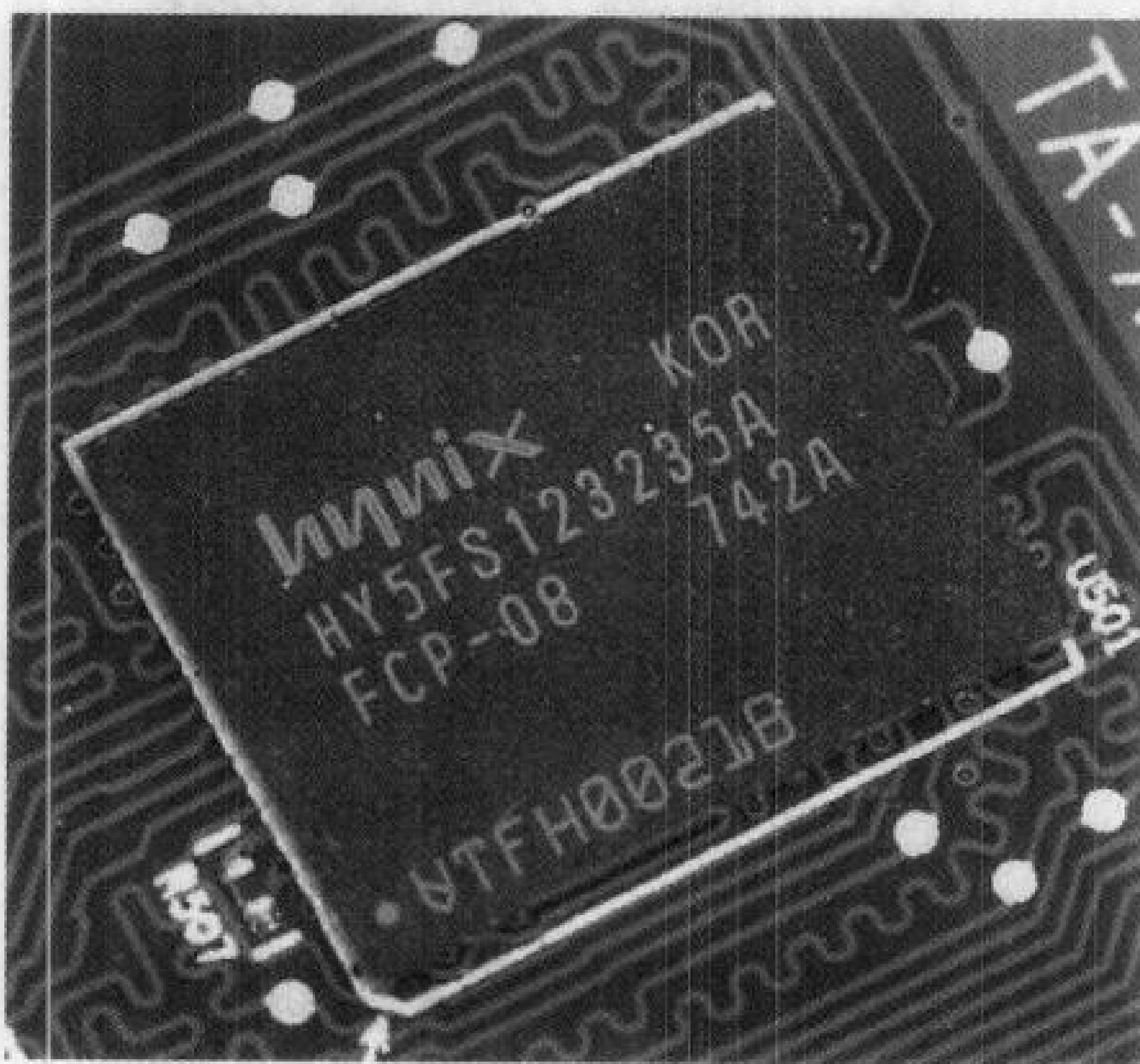


图 1-6 MBGA 封装的显存



图 1-7 TSOP 封装的显存

1.2.3 BIOS

BIOS 是 Basic Input Output System 的简称，也就是“基本输入/输出系统”。

显卡 BIOS 主要用于存放显示芯片与驱动程序之间的控制程序，另外还保存显卡的型号、规格、生产厂家及出厂时间等信息。打开计算机时，通过显卡 BIOS 内的一段控制程序，将这些信息反馈到屏幕上。早期显卡 BIOS 是固化在 ROM 中的，不可以修改，后来采用 PLCC32 封装的 Flash ROM（见图 1-8）。而现在的多数显卡则采用了大容量的 EEPROM，即所谓的 Flash BIOS，可以通过专用的程序进行改写或升级。在显卡上一般为 25 开头的 8 脚芯片。ATMEL 公司的 25F512AN 采用 SPI 封装如图 1-9 所示。

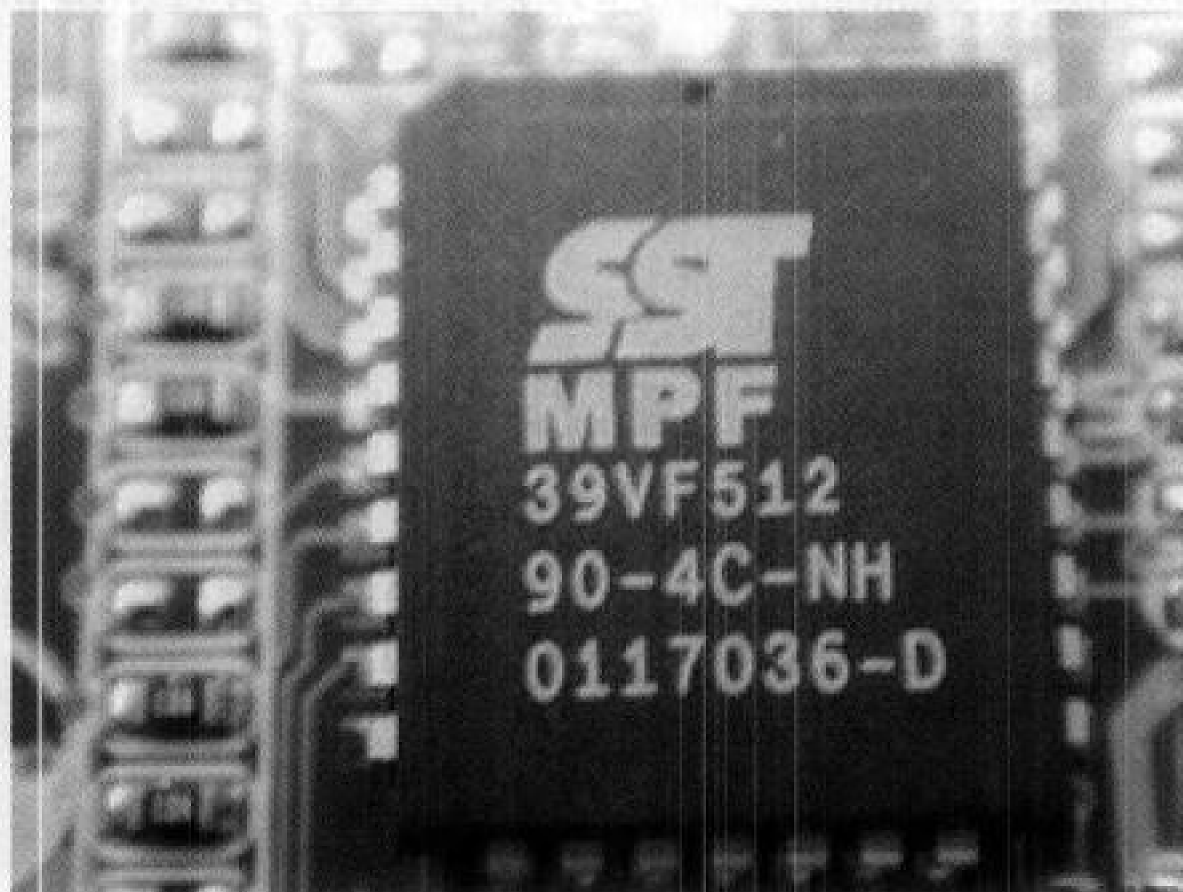


图 1-8　PLCC32 封装的 BIOS

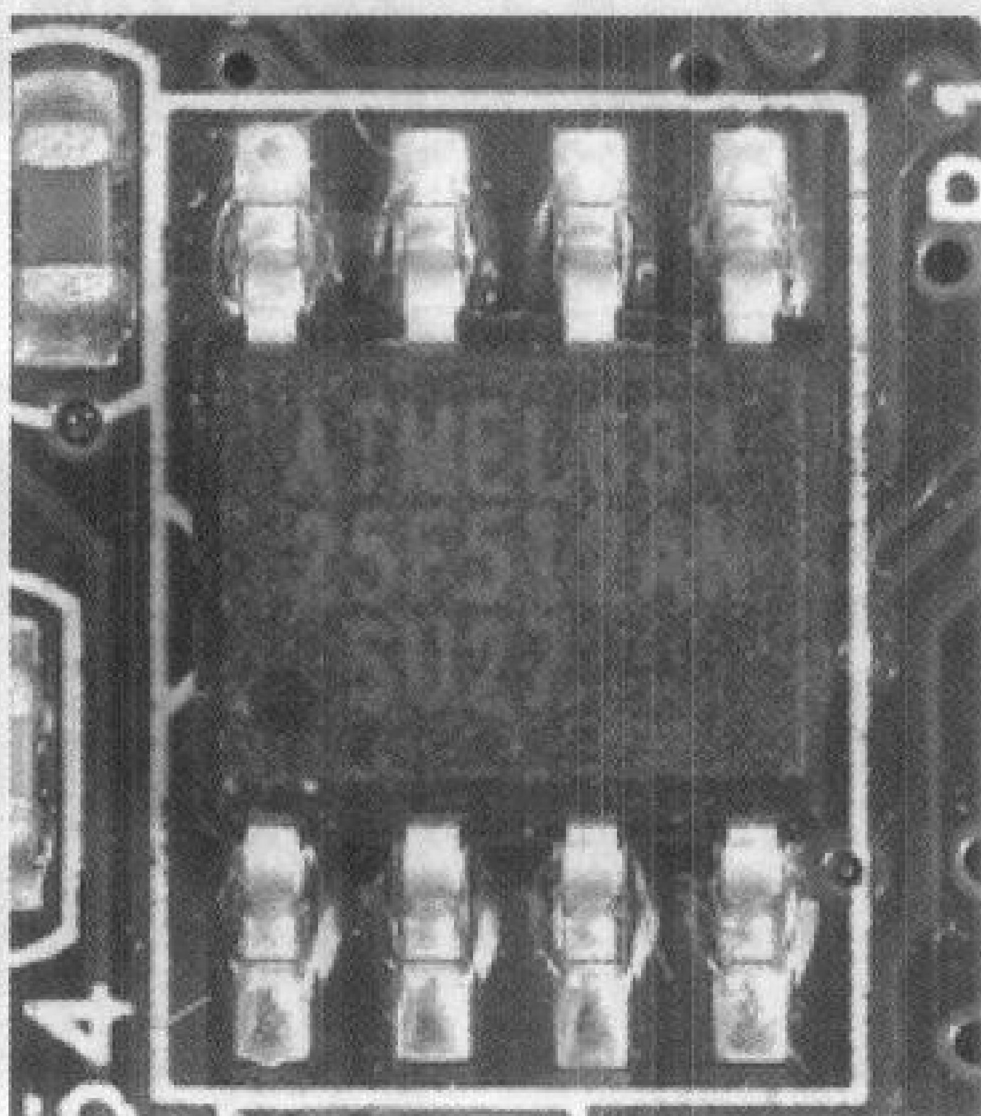


图 1-9　SPI 封装的 BIOS

1.2.4　PCB

显卡 PCB 如图 1-10 所示。PCB 就是印制电路板（Printed Circuit Board）。它几乎会出现

在每一种电子设备当中。如果在某样设备中有电子零件，它们都是镶在大小各异的 PCB 上的。除了固定各种小零件外，PCB 的主要功能是提供其上各项零件的相互电气连接。随着电子设备越来越复杂，需要的零件自然越来越多，PCB 上头的线路与零件也越来越密集了。裸板（其上没有零件）也常被称为印制线路板（Printed Wiring Board，PWB）。板子本身的基板是由绝缘隔热、并不易弯曲的材质所制作成的。在表面可以看到的细小线路材料是铜箔，原本铜箔是覆盖在整个板子上的，而在制造过程中部分被蚀刻处理掉，留下来的部分就变成网状的细小线路了。这些线路被称做导线（conductor pattern）或布线，并用来提供 PCB 上零件的电路连接。通常 PCB 的颜色都是绿色或是红色，这是阻焊漆（solder mask）的颜色。阻焊漆是绝缘的防护层，可以保护铜线，也可以防止零件被焊到不正确的地方。在阻焊层上还会印刷上一层丝网印刷面（silk screen）。通常在这上面会印上文字与符号（大多是白色的），以标示出各零件在板子上的位置。丝网印刷面也被称做图标面（legend）。现在的显卡一般采用 6 层以上的 PCB 板，多层 PCB 板有更好的抗电磁稳定性。

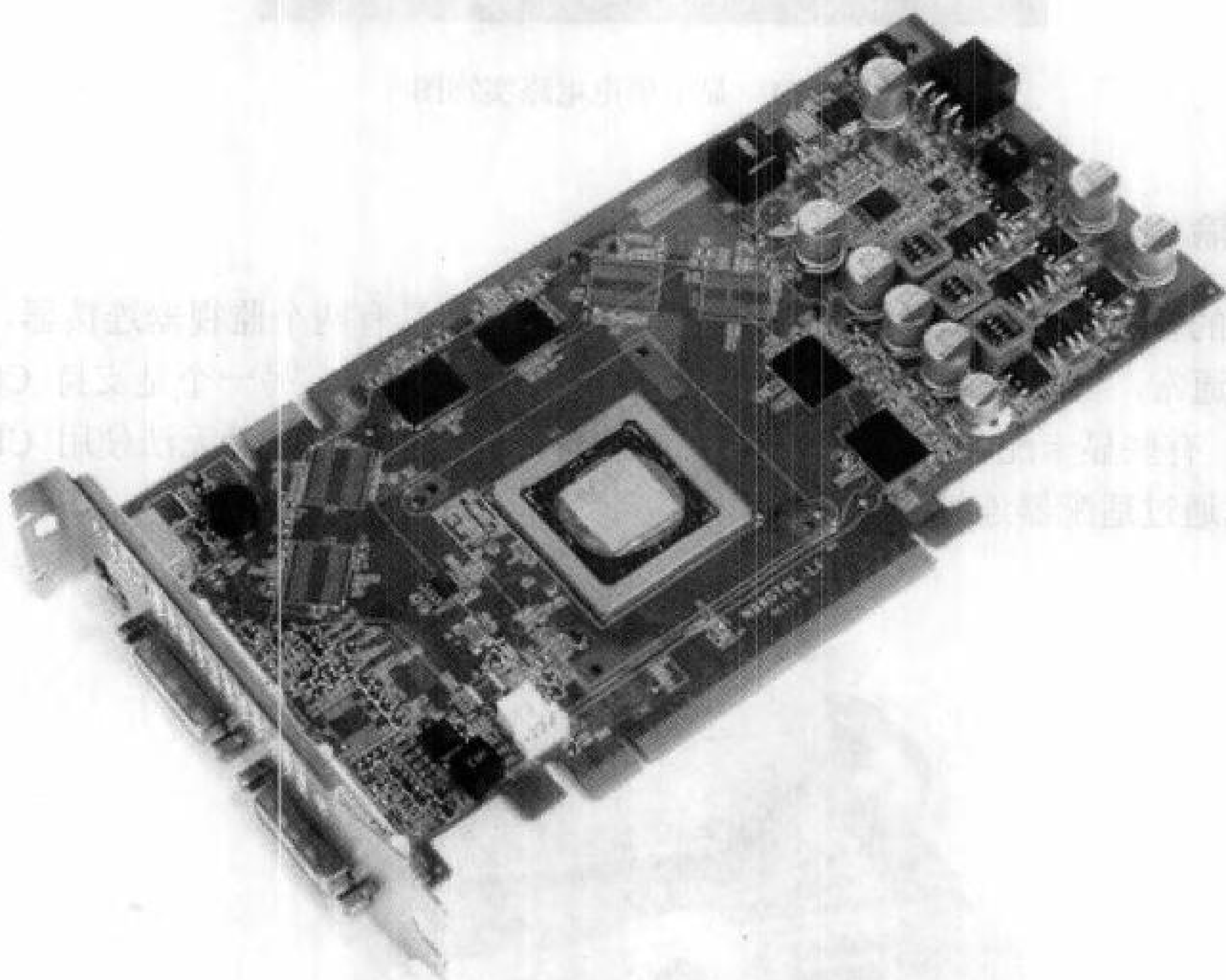


图 1-10　显卡 PCB

1.2.5　供电电路

显卡供电电路如图 1-11 所示，电力从插槽和外接电源头过来经电路转换给显卡提供能源。常见的供电方式有三种：三端稳压器、场效应管线性降压和 PWM 脉宽调制。

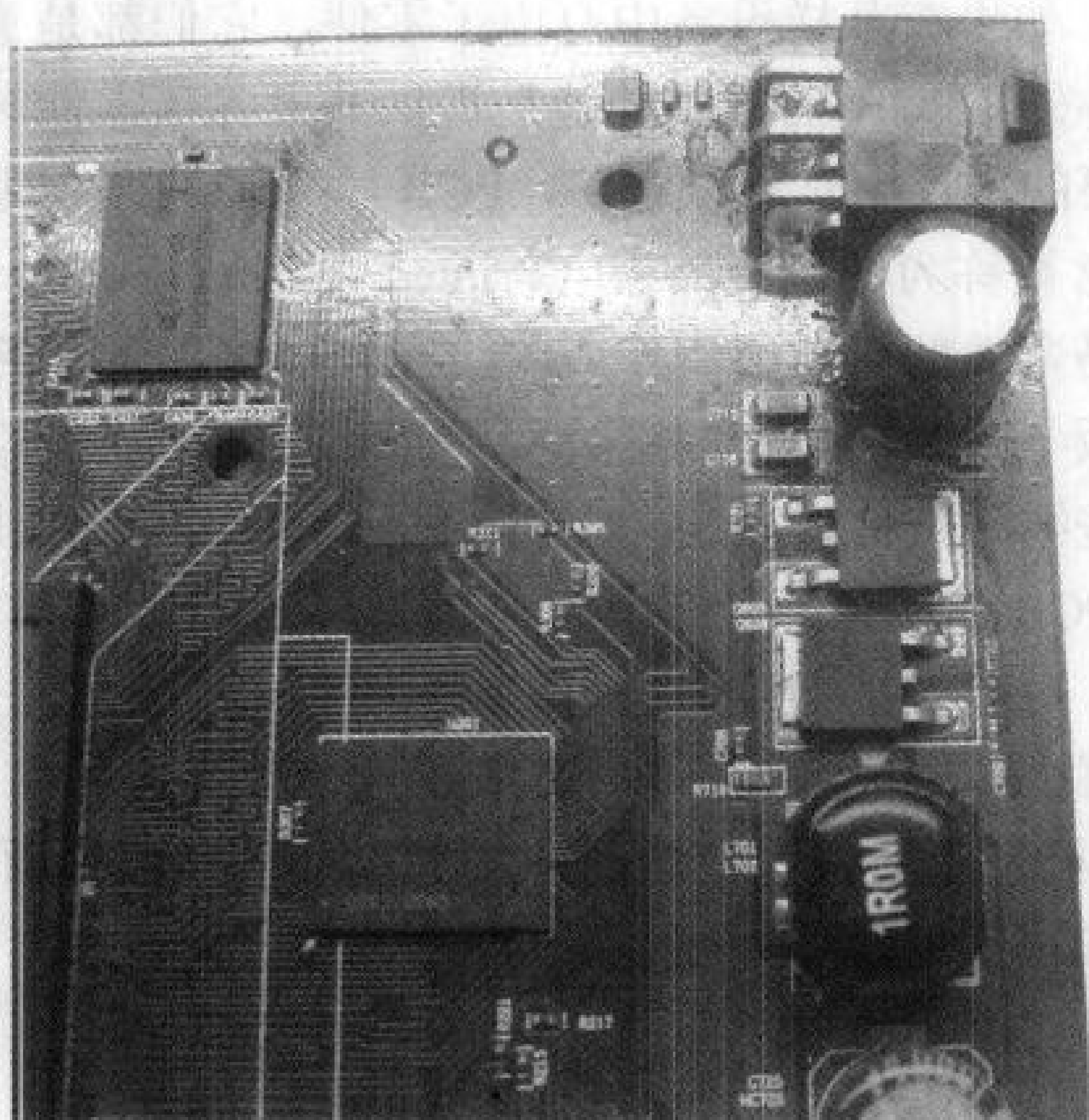


图 1-11　显卡供电电路实物图

1.2.6　输出接口

常用显卡的输出接口如图 1-12 所示。大多数显卡都具有两个监视器连接器，能够外接两个监视器。通常，其中一个是支持 LCD 屏幕的 DVI 连接器，另一个是支持 CRT 屏幕的 VGA 连接器。有些显卡配备的是两个 DVI 连接器，但这并不意味着无法使用 CRT 屏幕，CRT 屏幕可以通过适配器连接到 DVI 接口。

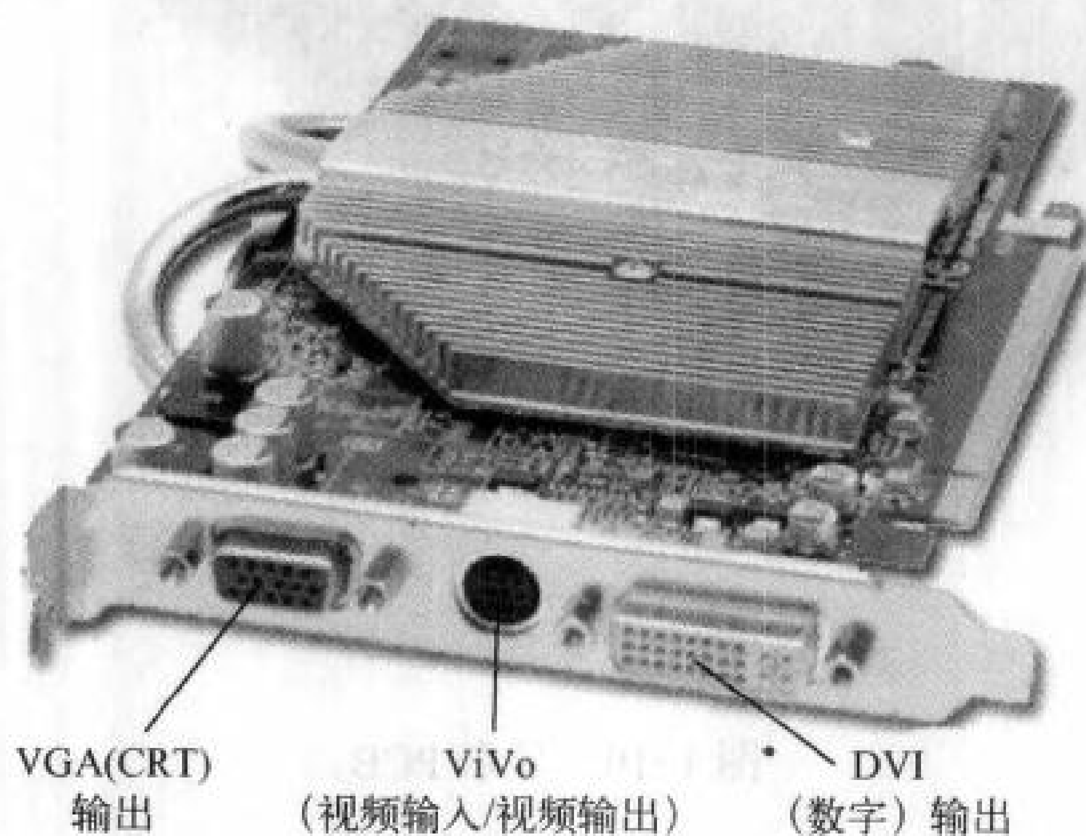


图 1-12　显卡的输出接口

大多数人仅使用显卡具有的两种监视器连接设备中的一种。需要使用两台监视器的用户可以购买具有双头输出功能的显卡，它能将画面分割并显示到两个屏幕上。理论上，如果计算机配有两块具有双头输出功能且提供 PCI-E 接口的显卡，则它能够支持四台监视器。

除了用于主板和监视器的连接器以外，有些显卡还具有用于以下用途的连接设备。



（1）电视显示：电视输出或 S-Video。

（2）模拟摄像机：ViVo（视频输入/视频输出）。

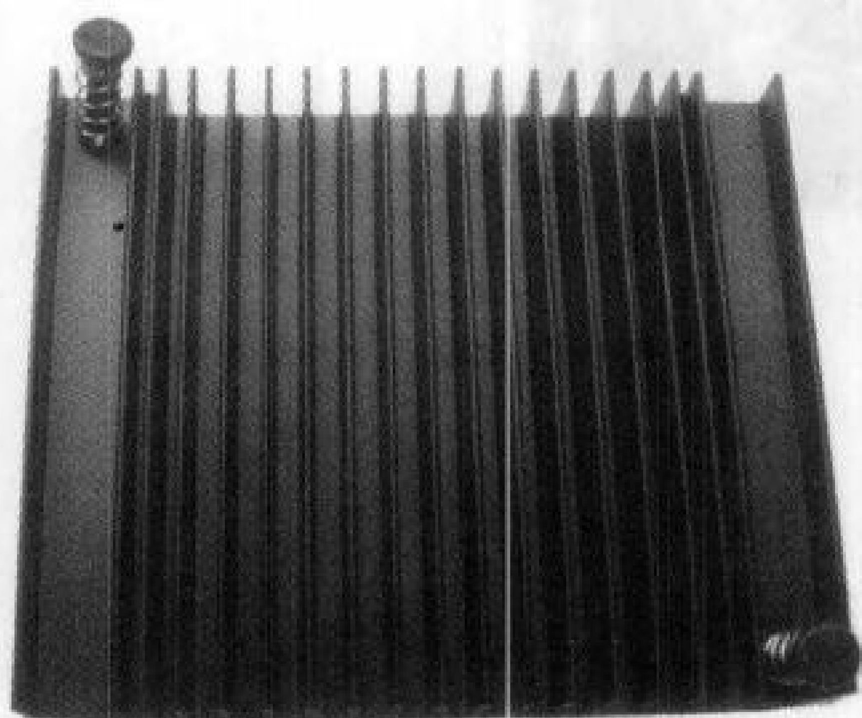
（3）数码相机：火线或 USB。

（4）有些显卡还自带了电视调谐器。

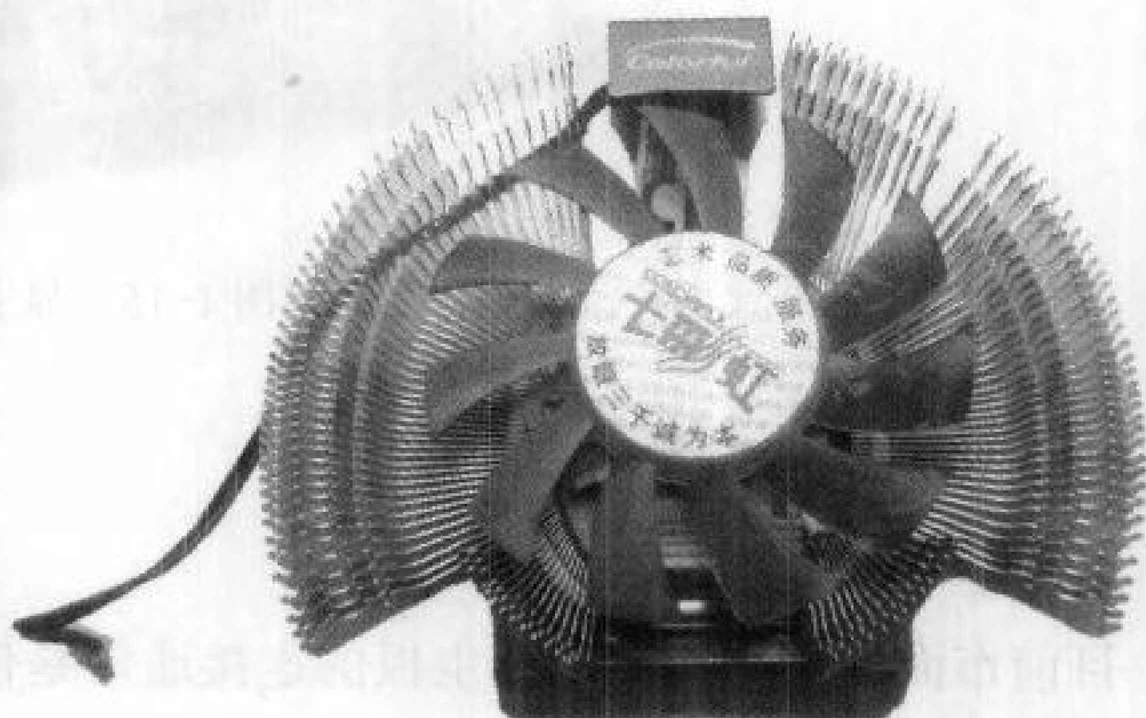
1.2.7 其他

1. 散热片和散热风扇

有些显卡还带有散热片和散热风扇，如图 1-13 所示。



（a）散热片

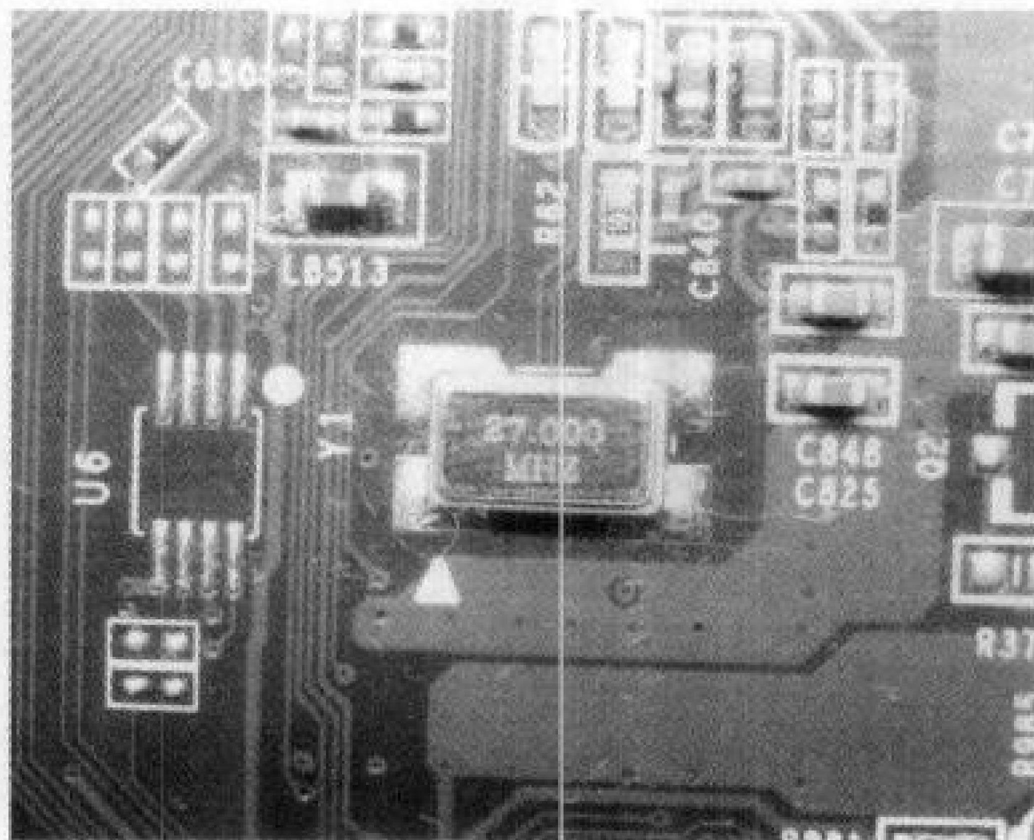


（b）散热风扇

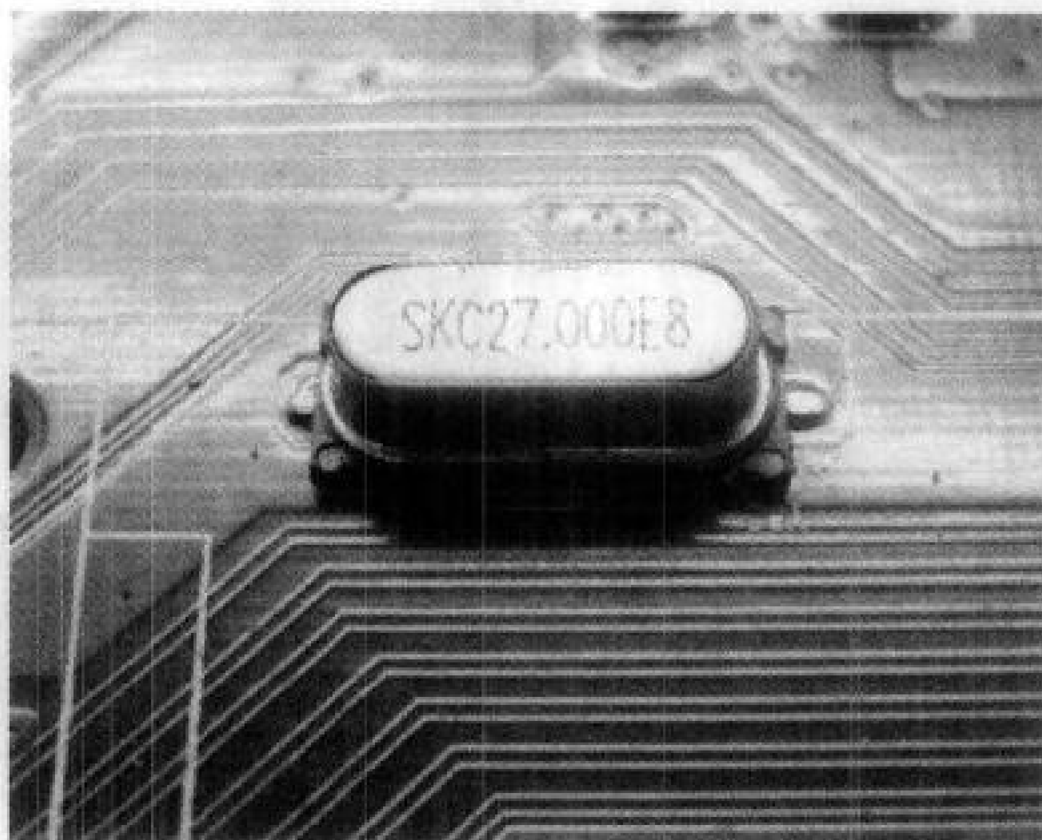
图 1-13 显卡的散热片和散热风扇

2. 晶振

晶振是石英振荡器的简称，英文名为 Crystal，是时钟电路中最重要的部分。显卡晶振为 27MHz，其作用是向显卡的各部分提供基准频率。晶振就像个标尺，工作频率不稳定会造成相关设备工作频率不稳定。晶振如图 1-14 所示。



（a）有源晶振



（b）无源晶振

图 1-14 显卡晶振

3. 电容

图 1-15 中直立的两个零件是显卡的电容。电容对显卡主要起滤波和稳定电流的作用，只有在保证电流稳定的情况下，显卡才能正常地工作。

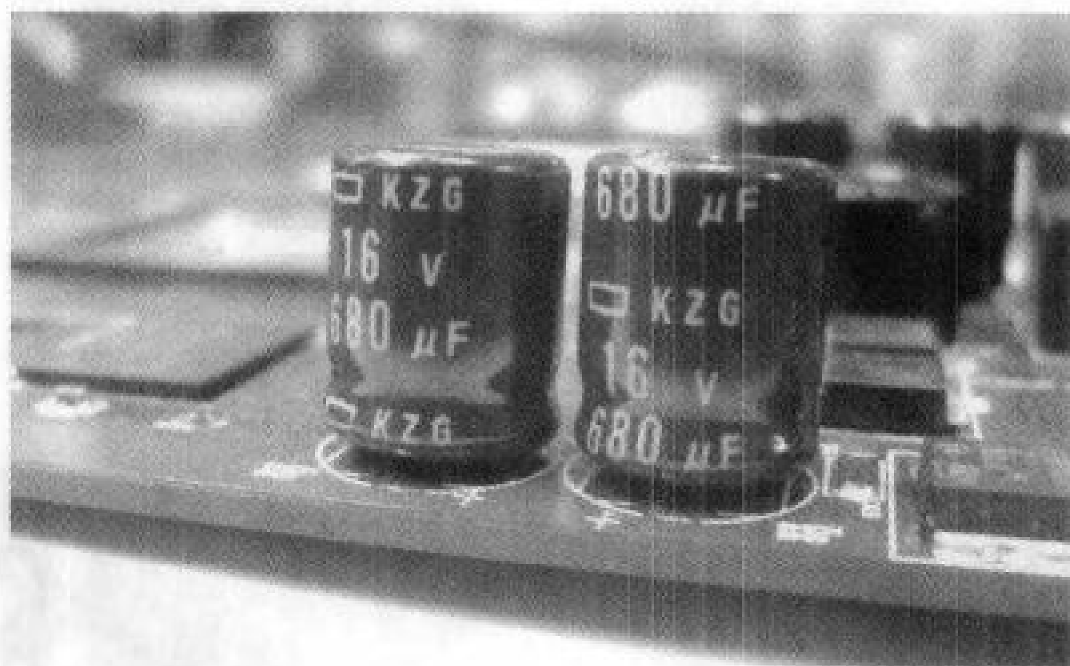


图 1-15　显卡电容

1.3　产品分类

目前市面能见到的显卡与主板的连接通常是借助以下三种接口之一来实现的

- 外设部件互连（PCI）接口；
- 加速图形接口（AGP）；
- PCI Express（PCI-E）接口。

1.3.1　PCI 接口

PCI 接口是 1991 年由英特尔（Intel）公司推出的用于定义局部总线的标准。此标准允许在计算机内安装多达 10 个遵从 PCI 标准的扩展卡。PCI 显卡如图 1-16 所示。

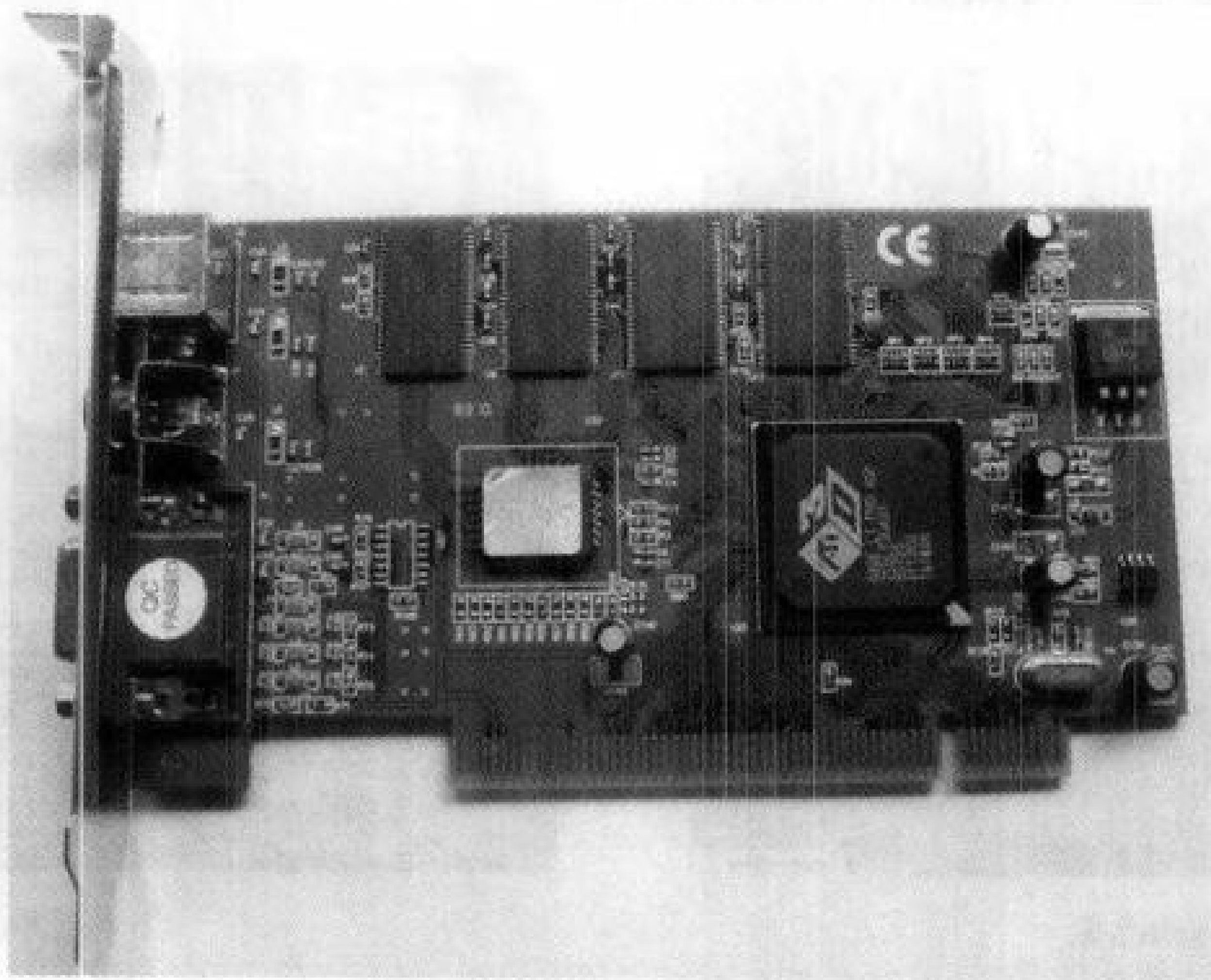


图 1-16　PCI 显卡

最早提出的PCI总线工作在33MHz频率之下，传输带宽达到133MB/s（33MHz×32b/s），基本上满足了当时处理器的发展需要。随着对更高性能的要求，1993年又提出了64位的PCI总线，后来又提出把PCI总线的频率提升到66MHz。PCI接口的速率最高只有266MB/s，1998年之后便被AGP接口代替。不过至今仍然有新的PCI接口的显卡推出，因为有些服务器主板并没有提供AGP或者PCI-E接口，或者需要组建多屏输出，选购PCI显卡仍然是最实惠的方式。

1.3.2 AGP 接口

AGP（Accelerate Graphical Port，加速图形接口）是Intel公司开发的一个视频接口技术标准，是为了解决PCI总线的低带宽而开发的接口技术。它通过将图形卡与系统主内存连接起来，在CPU和图形处理器之间直接开辟了更快的总线。其发展经历了AGP 1.0（AGP 1X/2X）、AGP 2.0（AGP 4X）、AGP 3.0（AGP 8X）。最新的AGP 8X其理论带宽为2.1GB/s。AGP 8X显卡如图1-17所示。目前，AGP接口已经被PCI-E接口取代。

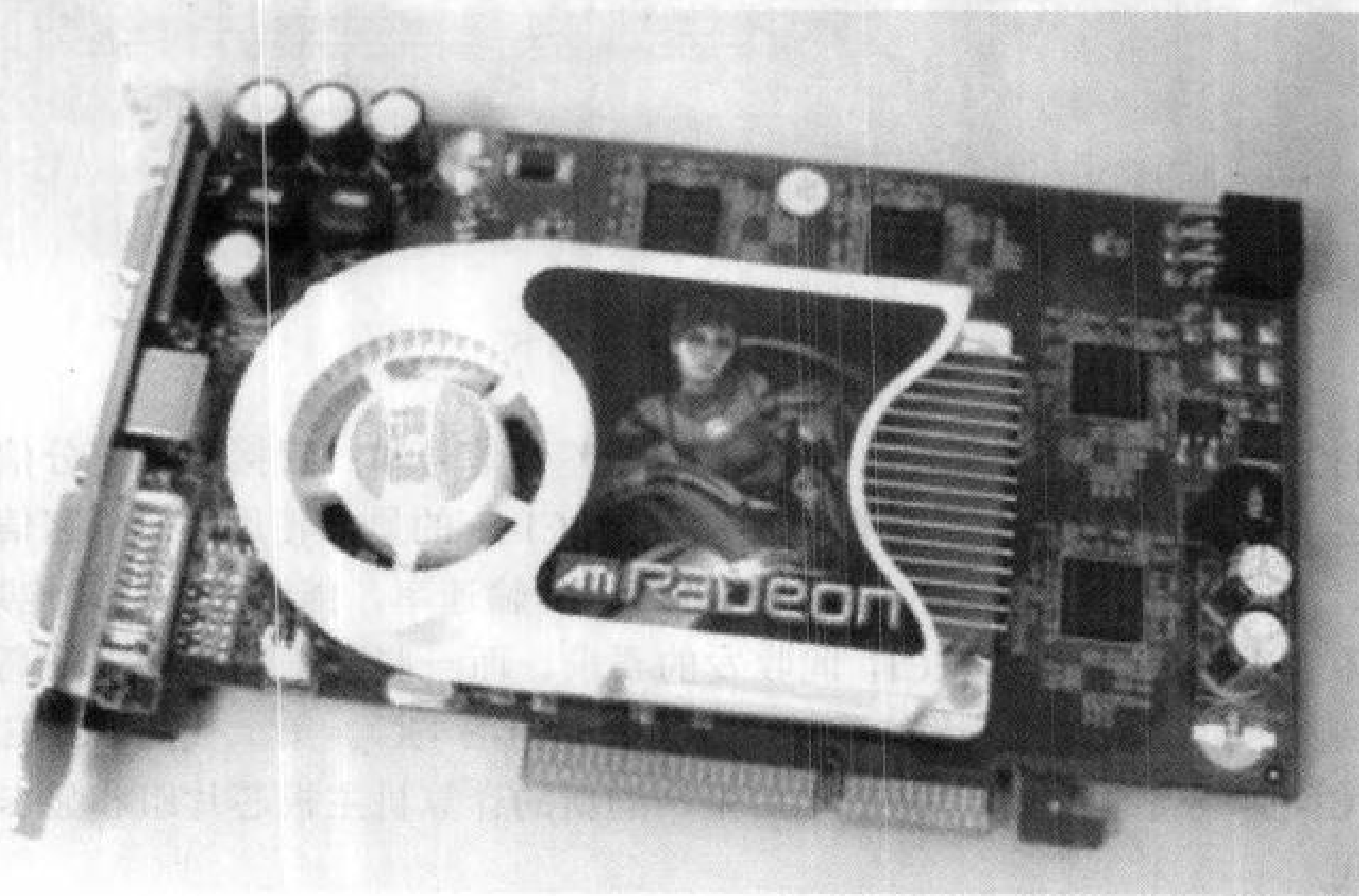


图1-17 AGP 8X 显卡

1.3.3 PCI Express 接口

1. PCI-E 介绍

PCI-E（Peripheral Component Interconnect Express）是新一代的总线接口，它采用的是点对点的数据传输模式，是目前的数据传输接口的主流，分为1X、2X、4X、8X、16X几种。目前使用最广泛的为16X，每个通道的单方向传输速率达到2.5Gb/s，远远超过AGP 8X。而采用此类接口的显卡产品，已经在2004年正式面世。早在2001年的春季“Intel开发者论坛”上，Intel公司就提出了要用新一代的技术取代PCI总线和多种芯片的内部连接，并称为

第三代 I/O 总线技术。随后在 2001 年年底，包括 Intel、AMD、Dell、IBM 在内的 20 多家业界主导公司开始起草新技术的规范，并在 2002 年年完成，对其正式命名为 PCI Express。PCI-E 显卡如图 1-18 所示。

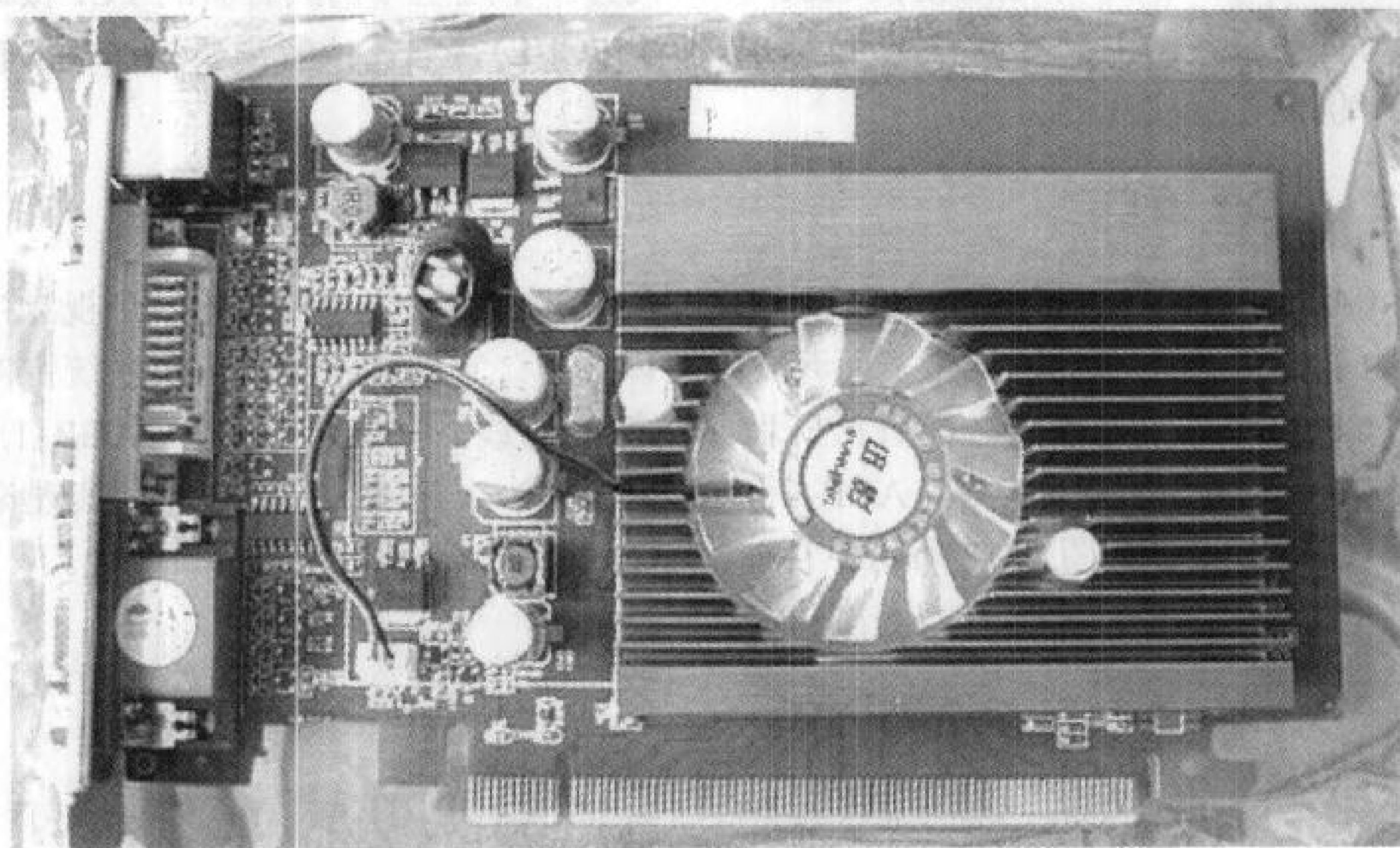


图 1-18　PCI-E 显卡

第一代的 PCI-E 速率为 2.5Gb/s，一对发送的差分信号和一对接收的差分信号组成一路信道，可以实现大约 250MB/s 的数据传输速率。PCI-E 的显卡使用了 16 路信道（又称为 PCI-E 16X），可以实现 250MB×16 = 4GB/s 的数据传输速率，能满足看高清电影或者玩 3D 游戏时大量图像数据在显卡与 MCH 间收发的要求。而一些数据速率要求不高的外设，如千兆位以太网网卡，通常采用一路 PCI-E 的接口（PCI-E 1X）。第二代的 PCI-E 的速率高达 5Gb/s，是 PCI-E 一代的两倍。2007 年后生产的新的计算机主板芯片组和显卡都已升级到了 PCI-E 二代。

 **小知识**

差分信号是用一个数值来表示两个物理量之间的差异。从严格意义上来讲，所有电压信号都是差分的，因为一个电压只能是相对于另一个电压而言的。在某些系统里，系统“地”被用做电压基准点。当以“地”作为电压测量基准时，这种信号规划被称为单端的。我们使用该术语是因为信号是用单个导体上的电压来表示的。另一方面，一个差分信号作用在两个导体上。信号值是两个导体间的电压差。尽管不是非常必要，这两个电压的平均值还是会经常保持一致。我们用一个方法对差分信号做一下比喻，差分信号就好比是跷跷板上的两个人，当一个人被跷上去的时候，另一个人被跷下来了，但是他们的平均位置是不变的。继续跷跷板的类推，正值可以表示左边的人比右边的人高，而负值表示右边的人比左边的人高。0 表示两个人都是同一水平。

2. 最新技术

在以上三种接口中，PCI Express 是最新型的接口，它能在显卡和主板之间提供最快的传输速率。此外，PCI-E 还支持在一台计算机中使用两块显卡。

SLI 和 CrossFire 分别是 nVIDIA 和 ATi 两家的双卡或多卡互连工作组模式。其本质是差不多的，只是叫法不同。

SLI（Scan Line Interlace，扫描线交错，中文名也俗称为速力）技术是 3Dfx 公司应用于 VooDoo 上的技术。把两块 VooDoo 卡用 SLI 线物理连接起来。工作的时候，一块 VooDoo 卡负责渲染屏幕奇数行扫描，另一块负责渲染偶数行扫描，从而达到将两块显卡“连接”在一起获得“双倍”的性能。目前的 SLI 工作模式与早期 VooDoo 有所不同，现在改为屏幕分区渲染。

支持 nVIDIA 3-way SLI®技术的微星 P7N Diamond 主板如图 1-19 所示。

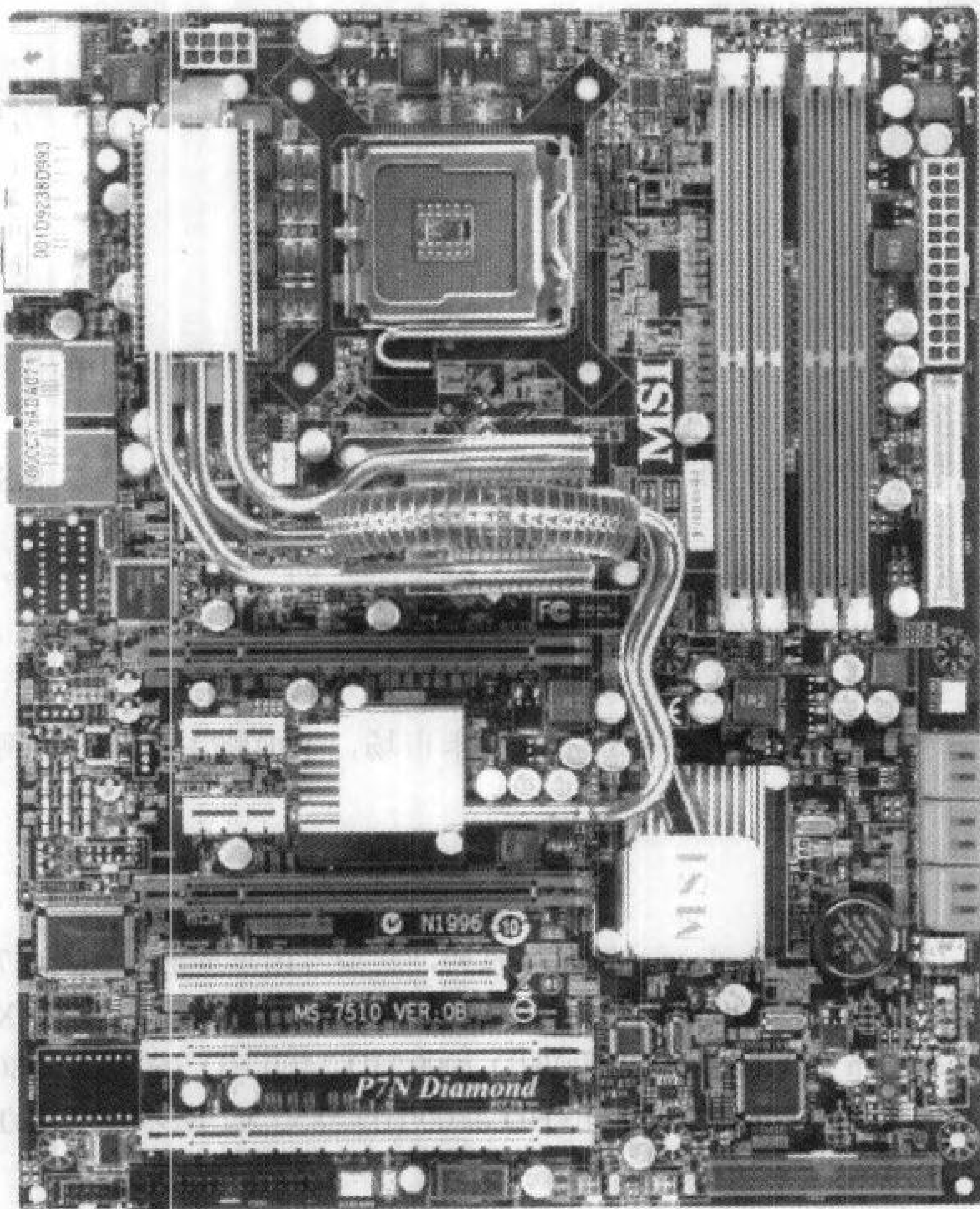


图 1-19 支持 nVIDIA 3-way SLI®技术的微星 P7N Diamond 主板

CrossFire，中文名交叉火力，简称交火，是 ATi 的一款多重 GPU 技术，可让多块显卡

同时在一部计算机上并排使用，增加运算效能，以与nVIDIA的SLI技术竞争。CrossFire技术于2005年6月1日，在2005年中国台北电脑展上正式发布，比SLI迟一年。从首度公开至今，CrossFire经过了一次修订。

3. 组建SLI和Crossfire

组建SLI和Crossfire，需要几个方面：

（1）需要两块以上PCI-E接口的显卡，但不要求必须是相同核心。混合SLI技术可以用于不同核心显卡。

（2）需要主板支持。目前SLI授权已开放，支持SLI的主板有nVIDIA自家的主板和Intel主板，如570 SLI（AMD）、680i SLI（Intel）。Crossfire已经开放授权。目前，Intel平台的945、965、P35、P31、P43、P45、X38、X48芯片组，AMD的770X、790X、790FX、790GX芯片组均可支持Crossfire技术。

（3）系统支持。

（4）驱动支持。

1.4 主要参数

1.4.1 显示芯片

显示芯片又称GPU，它在显卡中的作用，就如同CPU在计算机中的作用一样。更直接的比喻就是大脑在人身体里的作用。

常见的生产显示芯片的厂商有Intel、ATi、nVIDIA、VIA（S3）、SiS、Matrox、3D Labs。

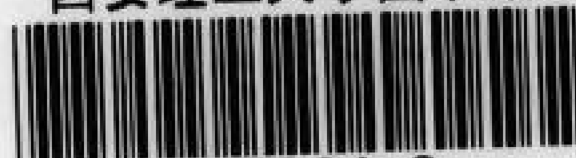
- Intel、VIA（S3）、SiS主要生产集成芯片；
- ATi、nVIDIA以独立芯片为主，是目前市场上的主流；
- Matrox、3D Labs则主要面向专业图形市场。

由于ATi和nVIDIA基本占据了主流显卡市场，下面将主要针对这两家公司的产品做介绍。

1. 型号

ATi公司的主要品牌是Radeon（镭龙）系列，其型号由早期的Radeon 7000/7200/7500/8500/9000/9200/9550/9600/9700/9800/X300/X600/X700/X800/X1300/X1600/X1800/X1900/X1950到近期的Radeon HD 2400/HD 2600/HD 2900/HD 3400/HD 3600/HD 3800/HD 4350/HD 4550/HD 4600/HD 4650/HD 4670/HD 4770/HD 4800/HD 4850 X2/HD 4870 X2/HD 4890，性能依次由低到高。

nVIDIA公司的主要品牌是GeForce（精视）系列，其型号由早期的GeForce 256、GeForce2 100/200/400、GeForce3 200/500、GeForce4 420/440/460/4000/4200/4400/4600/4800到GeForce FX 5200/5500/5600/5700/5800/5900/5950、GeForce 6100/6150/6200/6400/6500/


西安理工大学图书馆
C914864-0

6600/6800/、GeForce 8400/8500/8600/8700/8800，再到近期的 GeForce 9400GT/9500GT/9600GSO/9600GT/9800GT/9800GTX+/9800GX2/GTX260/GTX260+/GTX280/GTX275/GTX285/GTX295，性能由低到高。

2. 版本级别

除了上述标准版本之外，还有些特殊版。特殊版一般会在标准版的型号后面加个后缀，常见如下：

（1）ATi 显卡常见后缀说明

SE：Simplify Edition，简化版。通常只有 64 位内存界面，或者是像素流水线数量减少。

Pro：Professional Edition，专业版、高频版。一般比标准版在管线数量、顶点数量及频率等方面都要稍微高一点。

XT：eXTreme，高端版。该后缀在 ATi 系列中代表高端型号，而在 nVIDIA 系列中则代表低端型号。

XT PE：eXTreme Premium Edition XT 白金版。高端的型号。

XL：eXtreme Limited，高端系列中的较低端型号。ATi 最新推出的 R430 中的高频版。

XTX：XT eXtreme，高端版。X1000 系列发布之后的新的命名规则。

CE：Crossfire Edition，交叉火力版。

VIVO：Video In and Video Out，指显卡同时具备视频输入与视频捕捉两大功能。

HM：Hyper Memory。可以占用内存的显卡。

（2）nVIDIA 显卡常见后缀说明

XT：降频版，而该后缀在 ATi 系列产品中则表示最高端。

ZT：在 XT 基础上再次降频以降低价格。

LE：Lower Edition 低端版。和 XT 基本一样，ATi 也用过。

SE：和 LE 相似，基本是 GS 的简化版最低端的几个型号。

MX：平价版，大众类。

GS：普通版或 GT 的简化版。

GE：也是简化版，不过略微强于 GS 一点。影驰显卡用其表示“骨灰玩家版”。

GT：常见的游戏芯片。比 GS 高一个档次，没有缩减管线和顶点单元。

GTS：介于 GT 和 GTX 之间的版本，是 GT 的加强版。

GTX：GT eXtreme。目前代表最强的版本，简化后成为 GT。

Ultra：在 GeForce8 系列之前代表着最高端，但 9 系列最高端的命名就改为 GTX。

GT2 eXtreme：双 GPU 显卡。

TI：Titanium，钛。以前的用法，一般就是代表了 nVIDIA 的高端版本。

Go：用于移动平台。

TC：Turbo Cache，可以占用内存的显卡。

GX2：GT eXtreme 2，指一块显卡拥有两块显示核心，如 9800GX2、7950GX2。

自 G100 系列之后，nVIDIA 重新命名显卡后缀版本，使产品线更加整齐。

GTX：高端/性能级显卡，如 GTX295、GTX275、GTX285、GTX280、GTX260。

GT：代表主流产品线，如 GT120、GT130、GT140、GTS250（9500GT、9600GT、9800GT 9800GTX+）。

G：低端入门产品，如 G100、G110（9300GS、9400GT）。

3. 开发代号

所谓开发代号就是显示芯片制造商为了便于显示芯片在设计、生产、销售方面的管理和驱动架构的统一而对一个系列的显示芯片给出基本的代号。开发代号的作用是降低显示芯片制造商的成本、丰富产品线及实现驱动程序的统一。一般来说，显示芯片制造商可以利用一个基本开发代号再通过控制渲染管线数量、顶点着色单元数量、显存类型、显存位宽、核心和显存频率、所支持的技术特性等方面来衍生出一系列的显示芯片来满足不同的性能、价格、市场等不同的定位，还可以把制造过程中具有部分瑕疵的高端显示芯片产品通过屏蔽管线等方法处理成为完全合格的相应低端的显示芯片产品出售，从而大幅度降低设计和制造的难度和成本，丰富自己的产品线。同一种开发代号的显示芯片可以使用相同的驱动程序，这为显示芯片制造商编写驱动程序及消费者使用显卡都提供了方便。

同一种开发代号的显示芯片的渲染架构及所支持的技术特性基本上是相同的，而且所采用的制程也相同，所以开发代号是判断显卡性能和档次的重要参数。同一类型号的不同版本可以是一个代号，如 GeForce X700/X700 Pro/X700 XT 代号都是 RV410；而 Radeon X1900/X1900XT/X1900XTX 代号都是 R580 等。但也有其他的情况，如 GeForce 7300 LE/7300 GS 代号是 G72，而 GeForce 7300GT/7600GS/7600GT 代号都是 G73 等。GPU 详细参数见附录 A。

4. 制造工艺

制造工艺指的是在生产 GPU 过程中，要进行加工各种电路和电子组件，制造导线连接各个元器件。早期其生产的精度以 μm（微米）来表示，现在多以 nm（纳米）表示（1mm=1000μm，1μm=1000nm）。精度越高，生产工艺越先进，在同样的材料中可以制造更多的电子组件，连接线也越细，集成度也越高，芯片的功耗也越低。

制造工艺的微米是指 IC（Integrated Circuit，集成电路）内电路与电路之间的距离。制造工艺的趋势是向密集度越高的方向发展。密度越高的 IC 电路设计，意味着在同样大小面积的 IC 中，可以拥有密度更高、功能更复杂的电路设计。微电子技术的发展与进步，主要是靠工艺技术的不断改进，使得器件的特征尺寸不断缩小，从而集成度不断提高，功耗降低，器件性能得到提高。芯片制造工艺在 1995 年以后，从 0.5μm、0.35μm、0.25μm、0.18μm、0.15μm、0.13μm，再到目前主流的 90nm、65nm、55nm 等。

5. 核心频率

显卡的核心频率是指显示核心的工作频率，其工作频率在一定程度上可以反映出显示核心的性能，但显卡的性能是由核心频率、显存频率、显存位宽、像素管线显存容量、像素填充率等多方面的情况所决定的，因此在显示核心不同的情况下，核心频率高并不代表此显卡性能强。例如，GeForce 9600Pro 的核心频率达到了 400MHz，要比 GeForce 9800Pro 的 380MHz

高，但在性能上 GeForce 9800Pro 绝对要强于 9600Pro。在同样级别的芯片中，核心频率高的性能要强一些，提高核心频率就是显卡超频的方法之一。显示芯片主流的只有 ATi 和 nVIDIA 两家，两家都提供显示核心给第三方的厂商。在同样的显示核心下，部分厂商会适当提高其产品的显示核心频率，使其工作在高于显示核心固定的频率上以达到更高的性能。

1.4.2 显存

显存，也称为帧缓存，它的作用是用来存储显示芯片处理过或者即将提取的渲染数据。如同计算机的内存一样，显存是用来存储要处理的图像信息的部件。我们在显示屏上看到的画面是由一个个的像素点构成的，而每个像素点都以 4～32bit 甚至 64bit 的数据来控制它的亮度和色彩。这些数据必须通过显存来保存，再交由显示芯片和 CPU 调配，最后把运算结果转化为图像输出到显示器上。

1. 显存类型

目前，市面上能见到的显卡上采用的显存类型主要有 DDR SDRAM、DDR SGRAM、DDR2、DDR3、DDR4、DDR5。其中，DDR SDRAM 常简称 DDR，而 DDR2、DDR3、DDR4、DDR5 从制造工艺上也属于 DDR SDRAM 大类，但从产品分类角度来看，互相在插槽上不兼容，所以本书还是分别来讲解。

（1）DDR SDRAM

DDR SDRAM 是 Double Data Rate SDRAM（双倍数据速率）的缩写，它能提供较高的工作频率，带来优异的数据处理性能。

（2）DDR SGRAM

DDR SGRAM 是显卡厂商特别针对绘图者需求，为了加强图形的存取处理及绘图控制效率，从同步动态随机存取内存（SDRAM）所改良而得的产品。SGRAM 允许以方块（Block）为单位个别修改或者存取内存中的资料，它能够与中央处理器（CPU）同步工作，可以减少内存读取次数，增加绘图控制器的效率。尽管它稳定性不错，而且性能表现也很好，但是它的超频性能很差。

DDR SGRAM 显存目前已经被淘汰。

（3）DDR2

DDR2 可以看做 DDR 的一种升级和扩展。DDR2 把 DDR 的“2bit Prefetch（2 位预取）”技术升级为“4 bit Prefetch（4 位预取）”机制。在相同的核心频率下，DDR2 的有效频率是 DDR 的两倍；在相同显存位宽的情况下，显存带宽也是 DDR 的两倍，这对显卡的性能提升是非常有益的。从技术上讲，DDR2 的 DRAM 核心可并行存取，在每次存取中处理 4bit 数据而非 DDR 的 2bit 数据，这样 DDR2 便实现了在每个时钟周期处理 4bit 数据，是传统 DDR 处理的 2bit 数据的两倍。相比 DDR，DDR2 的另一个改进之处在于它采用 144Pin 球形针脚的 FBGA 封装方式替代了传统的 TSOP 方式，工作电压也由 2.5V 降为 1.8V。

DDR2 目前多被低端显卡产品采用。

（4）DDR3

DDR3 可以看做 DDR2 的改进版。二者有很多相同之处，如采用 1.8V 标准电压，主要采

用 144Pin 球形针脚的 FBGA 封装方式。不过 DDR3 核心有所改进：DDR3 采用 0.11μm 生产工艺，耗电量较 DDR2 明显降低。此外，DDR3 采用了 Pseudo Open Drain 接口技术，只要电压合适，显示芯片可直接支持 DDR3。当然，显存颗粒较长的延迟时间（CAS Latency，即内存需要经过多少个周期才能开始读/写数据）一直是高频率显存的一大通病。DDR3 也不例外，DDR3 的 CAS Latency 为 5/6/7/8 周期，相比之下 DDR2 为 3/4/5 周期。客观地说，DDR3 相对于 DDR2 在技术上并无突飞猛进的进步，但 DDR3 的性能优势仍比较明显。

① 功耗和发热量较小：吸取了 DDR2 的教训，在控制成本的基础上降低了功耗和发热量，使得 DDR3 更易于被用户和厂家接受。

② 工作频率更高：由于功耗降低，DDR3 可实现更高的工作频率，在一定程度上弥补了延迟时间较长的缺点，同时还可作为显卡的卖点之一，这在搭配 DDR3 显存的显卡上已有所表现。

③ 降低显卡整体成本：DDR2 显存颗粒规格多为 4M×32bit，搭配中高端显卡常用的 128MB 显存仅需 8 颗。而 DDR3 显存规格多为 8M×32bit，单颗颗粒容量较大，4 颗即可构成 128MB 显存。如此一来，显卡 PCB 面积可减小，成本得以有效控制，此外，颗粒数减少后，显存功耗也能进一步降低。

④ 通用性好：相对于 DDR 变更到 DDR2，DDR3 对 DDR2 的兼容性更好。由于针脚、封装等关键特性不变，搭配 DDR2 的显示核心和公版设计的显卡稍加修改便能采用 DDR3 显存，这对厂商降低成本大有好处。

目前，DDR3 显存在新出的大多数中高端显卡上得到了广泛的应用。

（5）DDR4

DDR4 和 DDR3 基本技术一样， DDR4 单颗显存颗粒可实现 64bit 位宽、64MB 容量，也就是说只需 4 颗显存芯片就能够实现 256bit 位宽、256MB 容量，8 颗更可轻松实现 512bit 位宽、512MB 容量。目前，DDR4 显存颗粒的速度集中在 0.7～0.9ns，但 DDR4 显存时序过长，同频率的 DDR3 显存在性能上要领先于采用 DDR4 显存的产品，并且 DDR4 显存并没有因为电压更低而解决高功耗、高发热的问题，这导致 DDR4 对 DDR3 缺乏竞争力，逐渐被淘汰了。

（6）DDR5

相对于 DDR3、DDR4 而言，DDR5 拥有诸多技术优势，还具备更高的带宽、更低的功耗、更高的性能。如果搭配同数量、同显存位宽的显存颗粒，DDR5 显存颗粒提供的总带宽是 DDR3 的 3 倍以上。由于 DDR5 显存可实现比目前主流的 128bit 或 256bit 显存更高的位宽，也就意味着采用 DDR5 显存的显卡会有更大的灵活性，性能也会有较大幅度的提升，所以目前主流的高端显卡都无一例外地采用了 DDR5 显存。

2．显存位宽

显存位宽是显存在一个时钟周期内所能传送数据的位数，位数越大则瞬间所能传输的数据量越大，这是显存的重要参数之一。目前，市场上的显存位宽有 64bit、128bit、256bit 和 512bit 4 种。人们习惯上叫的 64bit 显卡、128bit 显卡和 256bit 显卡就是指其相应的显存位宽。显存位宽越高，性能越好价格也就越高，因此 512bit 宽的显存更多应用于高端显卡，而主流显卡基本都采用 128bit 和 256bit 显存。

显存带宽=显存频率×显存位宽÷8。在显存频率相当的情况下，显存位宽将决定显存带宽的大小。例如，同样显存频率为500MHz的128bit和256bit显存，那么128bit显卡的显存带宽为500MHz×128bit÷8=8GB/s，而256bit显卡的显存带宽是500MHz×256bit÷8=16GB/s，是128bit的两倍，可见显存位宽在显存数据中的重要性。显卡的显存是由一块块的显存芯片构成的，显存总位宽同样也是由显存颗粒的位宽组成。显存位宽=显存颗粒位宽×显存颗粒数。

显存颗粒上都带有相关厂家的内存编号，可以去网上查找其编号，就能了解其位宽，再乘以显存颗粒数，就能得到显卡的位宽。

3. 显存容量

虽然说在其他参数相同的情况下容量是越大越好，但也不要被大容量显存吸引了。例如，384MB的9600GSO就远强于512MB的9600GSO，原因有很多，这里就不一一列出了。只需要注意选择显卡时显存只不过是参考之一，重要的还是其他的数据，如核心、位宽、频率等，这些决定显卡的性能优先于显存容量。

主流显存容量有64MB、128MB、256MB、384MB、512MB、768MB、896MB、1GB、1792MB、2GB。

4. 显存封装类型

显存封装形式主要有TSOP（Thin Small Out-Line Package，薄型小尺寸封装）、QFP（Quad Flat Package，小型方块平面封装）、MBGA（Micro Ball Grid Array，微型球闸阵列封装），其中MBGA又称FBGA（Fine-pitch Ball Grid Array）。

2004年前的主流显卡基本的封装类型是用TSOP、MBGA和TSOP封装。但是由于nVIDIA的GeForce3、GeForce4系的出现，MBGA封装成为主流。MBGA封装可以达到更快的显存速度，远超过TSOP封装的极限400MHz。

5. 显存速度

显存速度一般以ns（纳秒）为单位。常见的显存速度有7ns、6ns、5.5ns、5ns、4ns、3.6ns、2.8ns、2.2ns和1.1ns等，越小表示速度越快、性能越好。

显存的理论工作频率计算公式：

$$额定工作频率（MHz）=1000/显存速度\times n$$

n 因显存类型不同而不同：如果是SDRAM显存，则 $n=1$；如果是DDR显存，则 $n=2$；如果是DDR2显存，则 $n=4$。

6. 显存频率

显存频率在一定程度上反应着该显存的速度，以MHz（兆赫兹）为单位。

显存频率随着显存的类型、性能的不同而不同，显存频率与显存时钟周期是相关的，二者成倒数关系，也就是

$$显存频率=1\div 显存时钟周期$$

如果是SDRAM显存，其时钟周期为6ns，那么它的显存频率就为1÷6ns=166MHz；而

对于 DDR SDRAM，其时钟周期为 6ns，那么它的显存频率就为 1÷6ns=166MHz，但要了解这是 DDR SDRAM 的实际频率，而不是平时所说的 DDR 显存频率。因为 DDR 在时钟上升期和下降期都进行数据传输，其一个周期传输两次数据，相当于 SDRAM 频率的两倍。习惯上称呼的 DDR 频率是其等效频率，是在其实际工作频率上乘以 2 得到的。因此 6ns 的 DDR 显存，其显存频率为 1÷6ns×2=333MHz。但要明白的是，显卡制造时，厂商设定了显存实际工作频率，而实际工作频率不一定等于显存最大频率。此类情况现在较为常见，如显存最大能工作在 650MHz，而制造时显卡工作频率被设定为 550MHz，这样显存就存在一定的超频空间。这也就是目前厂商惯用的方法，显卡以超频为卖点。

1.4.3 显卡采用的技术

1. 像素渲染管线

渲染管线也称为渲染流水线，是显示芯片内部处理图形信号相互独立的并行处理单元。

在某种程度上可以把渲染管线比喻为工厂里面常见的各种生产流水线。工厂里的生产流水线是为了提高产品的生产能力和效率，而渲染管线则是为了提高显卡的工作能力和效率。渲染管线的数量一般是以像素渲染流水线的数量乘以每管线的纹理单元数量来表示。渲染管线的数量是决定显示芯片性能和档次的最重要的参数之一，在相同的显卡核心频率下，更多的渲染管线也就意味着更大的像素填充率和纹理填充率。从显卡的渲染管线数量上可以大致判断出显卡的性能和高低档次。但显卡性能并不仅仅只是取决于渲染管线的数量，同时还取决于显示核心架构、渲染管线的执行效率、顶点着色单元的数量及显卡的核心频率和显存频率等方面。

一般来说在相同的显示核心架构下，渲染管线越多也就意味着性能越高，但是在不同的显示核心架构下，渲染管线的数量多就并不意味着性能更好。例如，4×2 架构的 GeForce2 GTS，其性能就不如 2×2 架构的 GeForce4 MX440 的性能。

2. 顶点着色器数

顶点着色器（Vertex Shader）也称为顶点遮蔽器和顶点着色引擎，根据官方规格，顶点着色器是一种增加各式特效在 3D 场影中的处理单元的技术。顶点着色器的可程序化特性允许开发者靠加载新的软件指令来调整各式的特效，每一个顶点将被各种的数据变素清楚地定义，至少包括每一顶点的 x、y、z 坐标，每一点顶点可能包括的数据有颜色、最初的路径、材质、光线特征等。顶点着色器数越多，速度就越快。

3. 3D API

API（ApplicatIon Programming Interface）是应用程序接口的意思，而 3D API 则是指显卡与应用程序直接的接口。

3D API 能让编程人员所设计的 3D 软件调用其 API 内的程序，从而让 API 自动和硬件的驱动程序沟通，启动 3D 芯片内强大的 3D 图形处理功能，所以大幅度地提高了 3D 程序的设计效率。如果没有 3D API，在开发程序时程序员必须要了解全部的显卡特性才能编写出与显卡完全匹配的程序，发挥出全部的显卡性能。而有了 3D API 这个显卡与软件直接的接

口，程序员只需要编写符合接口的程序代码，就可以充分发挥显卡的性能，不必再去了解硬件的具体性能和参数，这样就大大提高了程序开发的效率。同样，显示芯片厂商根据标准来设计自己的硬件产品，以达到在 API 调用硬件资源时最优化，获得更好的性能。有了 3D API，便可实现不同厂家的硬件、软件最大范围的兼容。例如，在最能体现 3D API 的游戏方面，游戏设计人员设计时，不必再用去考虑具体某款显卡的特性，而只是按照 3D API 的接口标准来开发游戏，当游戏运行时则直接通过 3D API 来调用显卡的硬件资源。目前，个人电脑中主要应用的 3D API 有 DirectX 和 OpenGL。

4．RAMDAC 频率和支持最大分辨率

RAMDAC（Random Access Memory Digital/Analog Convertor）是随机存取内存数模转换器。

RAMDAC 的作用是将显存中的数字信号转换为显示器能够显示出来的模拟信号，其转换速率以 MHz 表示。计算机中处理数据的过程其实就是将事物数字化的过程，所有的事物将被处理成 0 和 1 两个数，而后不断进行累加计算。图形加速卡也是靠这些 0 和 1 对每一个像素进行颜色、深度、亮度等各种处理。显卡生成的这些信号都是以数字来表示的，但是所有的 CRT 显示器都是以模拟方式进行工作的，数字信号无法被识别，这就必须有相应的设备将数字信号转换为模拟信号。RAMDAC 的速度决定了刷新频率的高低（与显示器的"带宽"意义近似）。其工作速度越高，频带越宽，高分辨率时的画面质量越好。该数值决定了在足够的显存下，显卡最高支持的分辨率和刷新率。如果要在 1024×768 的分辨率下达到 85Hz 的分辨率，RAMDAC 的速率至少是 1024×768×85Hz×1.344（折算系数）≈90MHz。目前，主流的显卡 RAMDAC 都能达到 350MHz 和 400MHz，足以满足和超过目前大多数显示器所能提供的分辨率和刷新率。

5．DirectX

DirectX 并不是一个单纯的图形 API，它是由微软公司开发的用途广泛的 API，它包含有 Direct Graphics（Direct 3D+Direct Draw）、Direct Input、Direct Play、Direct Sound、Direct Show、Direct Setup、Direct Media Objects 等多个组件，提供了一整套的多媒体接口方案。只是其在 3D 图形方面的优秀表现，让它的其他方面显得暗淡无光。DirectX 开发之初是为了弥补 Windows 3.1 系统对图形、声音处理能力的不足，而今已发展成为对整个多媒体系统的各个方面都有决定性影响的接口。DirectX 的最新版本为 DirectX 11。

6．OpenGL

OpenGL（Open Graphics Lib）是一套三维图形处理库，也是该领域的工业标准。计算机三维图形是指将用数据描述的三维空间通过计算转换成二维图像并显示或打印出来的技术。OpenGL 就是支持这种转换的程序库，它源于 SGI 公司为其图形工作站开发的 IRIS GL，在跨平台移植过程中发展成为 OpenGL。SGI 在 1992 年 7 月发布 1.0 版，后成为工业标准，由成立于 1992 年的独立财团 OpenGL Architecture Review Board（ARB）控制。SGI 等 ARB 成员以投票方式产生标准，并制成规范文档（SpecificATIon）公布，各软硬件厂商据此开发自己系统上的实现。只有通过了 ARB 规范全部测试的实现才能称为 OpenGL。1995 年 12 月 ARB 批准了 1.1 版本，最新版规范是

在 2007 年新加坡（国际）电脑动画节上公布的 OpenGL 3.0。

1.5 显卡品牌及 BIOS 下载

目前，显卡业的竞争日趋激烈，各类品牌名目繁多，以下是一些常见的牌子，仅供参考：蓝宝石、华硕、迪兰恒进、丽台、XFX 讯景、技嘉、映众、微星、艾尔莎、富士康、捷波、盘正、映泰、耕升、旌宇、影驰、铭瑄、翔升、盈通、祺祥、七彩虹、斯巴达克、索泰、双敏、精英、昂达。部分显卡品牌 Logo 如图 1-20 所示。



图 1-20　部分显卡品牌 Logo

曾经辉煌的一些显卡品牌还有 3Dfx、帝盟、创新、大力神等，随着市场竞争越来越激烈，都渐渐地消失了，而也有一些品牌直到现在，都还保持着非常好的出货记录。下面简单介绍一下部分知名的品牌。

1.5.1 艾尔莎

艾尔莎（ELSA）公司的网址为 http://www.elsa-tech.com。

说起艾尔莎这个品牌，相信大家都不会陌生，因为它的知名度实在太大了。虽然现在的艾尔莎与当初的艾尔莎已经无法相比，但是在无数玩家心中，艾尔莎仍然是高端的象征。

艾尔莎 1980 年成立于德国，至今已经有近 30 年的历史。1980 年艾尔莎收购 Beisch Elektronik，正式迈入图形卡领域。在这之后的时间，艾尔莎的发展一帆风顺，到了图形竞争非常激烈的 20 世纪 90 年代，艾尔莎已经有很强大的图形驱动编写能力和技术研发实力。尤其是在 T&L（Transform&Lighting，坐标转换和光源）技术方面，艾尔莎更是有着得天独厚的优势。

艾尔莎之所以成为人们铭记的品牌，主要就是因为其驱动程序和研发能力都很强。每一款艾尔莎显卡都有自己的驱动程序，而且显卡的版型设计基本为非公版产品，做工也非常优良。正是因为 nVIDIA 看中了艾尔莎的驱动编写能力，于 2000 年在美国新奥尔良市正式与艾尔莎建立合作伙伴的关系，以三年的专业卡独家销售授权换取了艾尔莎的驱动程序编写人员。此后在很长一段时间之内，nVIDIA 专业卡的驱动程序都是由这部分人员来编写的，艾尔莎与 nVIDIA 的合作也从此拉开帷幕。

在 1999 年，艾尔莎的营业额突破了 2 亿美元，达到了惊人的 2.27 亿美元；在此后的两三年内，艾尔莎每年的营业额都在 2 亿美元左右，成为了当时第一大显卡品牌。但是，2000 年以后，由于显卡市场竞争加剧、平价品牌的加入及 911 事件对美国造成的经济危机，艾尔莎的危机一步步逼近。终于在 2002 年 3 月宣布德国总公司破产。不过这对其他地区的分公司影响不大。

总公司破产后的艾尔莎各地分公司没有了领导，在经营方针上出现了巨大的偏差。最终，艾尔莎在内地地区的产品由广州昂达电子全权代理。昂达推出的艾尔莎 7300GT 显卡如图 1-22 所示。昔日的王者成为了普通品牌，产品的品质与价格也与普通产品基本保持一致。



图 1-21　昂达推出的艾尔莎 7300GT

而 2007 年，艾尔莎中国台湾公司突然宣布艾尔莎将重新回归中国内地市场，昂达的代理权也已经到期，眼看着艾尔莎将会以一个全新的姿态面向中国市场，并且推出了不少做工很不错的产品，但最后终因渠道管理不力，在中国内地市场再一次销声匿迹了。

1.5.2 丽台

丽台（leadtek）公司的网址为 http://www.leadtek.com/cht。

这个品牌相信大家都不会陌生，现在市场上都还可以经常见到丽台的产品。丽台公司于 1986 年在中国台湾成立。从现在市场上的显卡品牌来看，有着如此悠久历史的显卡品牌中也就丽台在市场上仍然有着很高的声望。当时的显卡品牌在岁月的蹉跎中纷纷倒下，剩下的有艾尔莎与 S3，但它们的显卡在市场上已经没有什么特色，并且市场占有率很低。而丽台到现在为止仍然是 nVIDIA 亚太地区（除日本之外）唯一的专业卡制造与零售商。

丽台以显卡起家，历经 CGA、EGA、VGA、Windows Accelerator VGA、工作站显卡及 3D 显卡，多年来以快速推出新产品，维持优良质量及性能领先在同业著称，并以 WinFast 品牌享誉全球，其质量稳定的超频设计能力深受业界肯定，屡获全球各大媒体评鉴首奖殊荣，是 PC 玩家的显卡最佳首选。WinFast 品牌以稳定驰名，其有利超频的设计一直赢得各媒体的最佳评价及公众的支持。

从现在的市场情况来看，丽台似乎只是生产和销售 nVIDIA 芯片的产品（包括 GeForce 系列和 Quadro 专业卡系列，见图 1-22），但是在早期丽台并不是只与 nVIDIA 合作，S3、3Dlabs、3Dfx、Intel 都是丽台的合作对象，唯独不与 ATi 合作。



图 1-22　丽台出品的 Quadro 专业卡

目前，丽台除了推出显卡产品以外，其他一些通信产品也是丽台的主打。单从显卡这个

产品线来看，虽然现在丽台的显卡没有当年那么有特色（如自己研发驱动、开发 BIOS）等，但是能够支撑23年实属不易，可谓经久不衰。

1.5.3 耕升

耕升（Gainward）公司的网址为 http://www.gainward.net。

Gainward 于 1984 年成立于中国台湾，中文名叫做耕宇。早在 486、586 时代，耕宇就开始生产计算机显卡，并凭借着较低的价格与不错的品质，在消费者心中慢慢地扎下了根。特别是到了 VooDoo 时代，耕宇的成长速度更快，很快就成了销量非常可观的显卡品牌。

但是，当耕宇打算进入内地市场的时候，才发现耕宇这个品牌已经被抢注了，无奈之下只好改名为耕升。说起耕升，相信大家就不会陌生了，在 2002—2003 年间，耕升显卡几乎成为了 DIY 玩家心中的神。

是什么让耕升显卡如此有魔力呢？相信对耕升这个品牌比较了解的朋友应该知道，耕升一直以来是秉持“品质高于一切”的经营理念，力求每一款贴有“耕升”标志的产品都成为众多消费者心目中的首选。

当年的耕升以非常强大的超频能力著称，做工用料都极度奢华，而最值得一提的恐怕就是当年的神奇跳线，当时的耕升 MX/MX400 黄金珍藏版可以通过一个小小的跳线直接改为 Quadro 专业显卡，而其他厂商均没有推出这样的产品，因此耕升一炮走红。

后来的产品虽然没有神奇跳线，但超频能力都非常好，这与其奢华的用料与优秀的做工是分不开的。但是，由于在 2004 年耕升内部出现了问题，导致最终被同德收购。

但是，由于在 2004 年耕升内部出现了问题，导致最终被同德收购，属于同德旗下的自有高端显卡品牌。虽然后续产品从做工与用料上都还不错，但是相对于当年的耕升来说，实在不是一个级别的。而更多人所怀念和提起的耕升仍然是在 2002—2003 年的那个耕升。

1.5.4 微星

微星（MSI）公司的网址为 http://www.msi.com。

在国内，可能很多人对微星的主板比显卡更加熟悉，但是实际上微星在全球业务上，微星显卡的业绩要比主板突出很多。在全球主板业务上，微星仅仅能进前五，而在显卡业务上微星绝对是数一数二的品牌。只是由于微星显卡的零售价格稍微比国内其他平价品牌同类产品的零售价格稍贵，在国内这样的消费环境下，接受度很难提升而已。

微星科技成立于 1985 年，根据维基百科上显示，微星是全球最大的显卡制造商，平均每 2.8s 就生产出一块显卡。虽然这个数据没有得到证实，但是也是有根据的。部分网友可能会说栢能、同德、启亨这些排到哪儿去了？怎么会是微星呢？但是这个问题如果从另一个方面来理解的话，就相对好理解了。我们可以想象，以上的这些品牌都只有一个工厂，而微星的工厂是遍布全球的，仅仅在中国就有两个工厂，分别位于昆山与深圳。微星的销量可观，在 2000—2004 年这 5 年中，微星连续 5 年夺得了全球显卡销量第一的桂冠。

微星 PCI-E 显卡如图 1-23 所示。

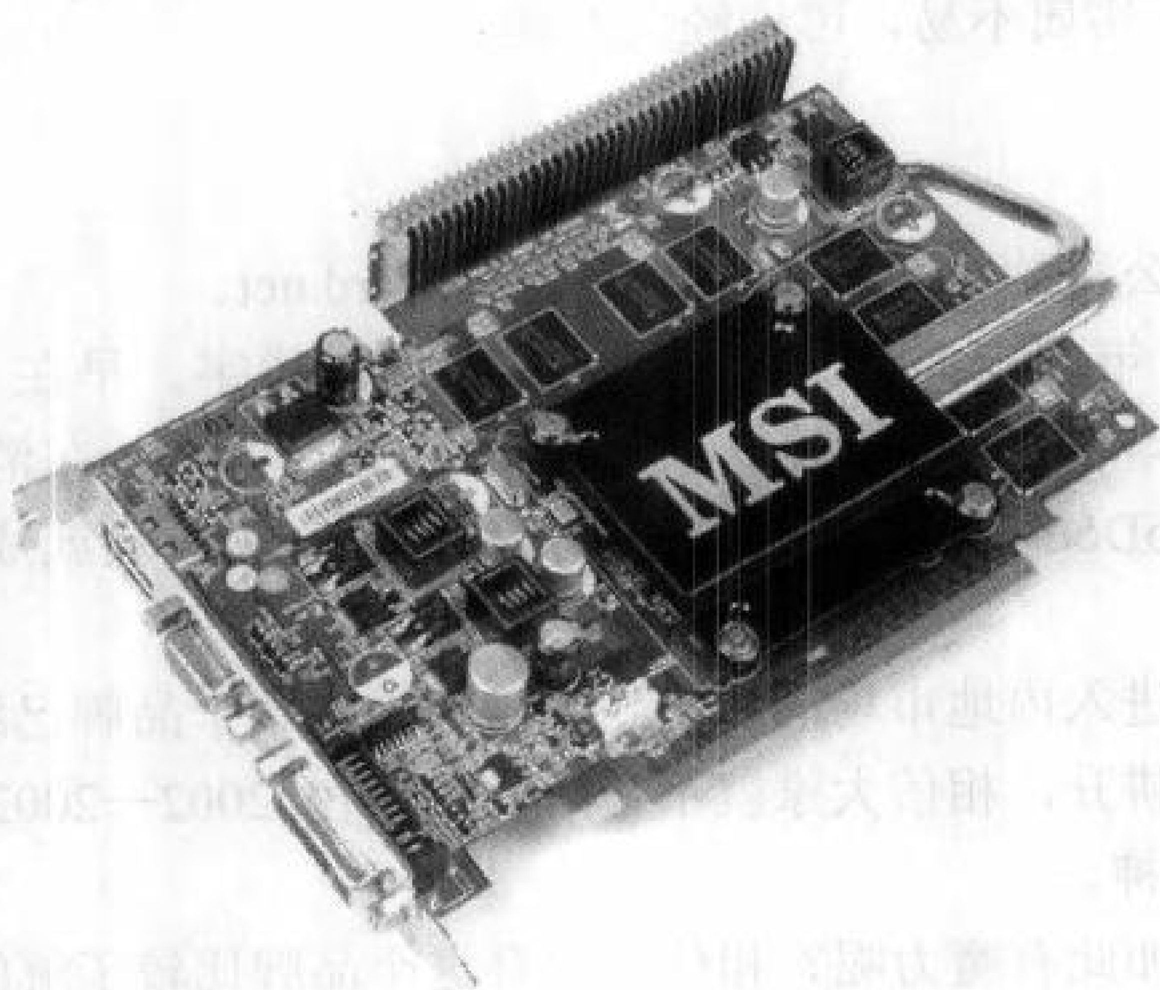


图 1-23　微星 PCI-E 显卡

1.5.5　华硕

华硕（ASUS）公司的网址为 http://www.asus.com。

华硕总公司位于中国台湾台北市北投区。在 2007 年度《财富》全球最大五百家公司排名中名列第 427 位。

华硕是在自主研发方面做的不错的品牌，相对于平价品牌，在做工和特色技术上更出色一些，华硕的 ATi 显卡和 nVIDIA 显卡都是核心合作伙伴，华硕的“为游戏而生”是品牌特色，大家都耳熟能详。

华硕 NGTX295 显卡如图 1-24 所示。



图 1-24　华硕 NGTX295 显卡

1.5.6 蓝宝石

蓝宝石（SAPPHIRE）公司的网址为 http://www.sapphiretech.com。

蓝宝石是 ATi 全球最大的合作伙伴，也是全球最大的 AIB 厂商（即 ATi 图形显卡官方认证最高级别合作伙伴，Add In Board ATi 认证合作伙伴），其背后的工厂就是被称为 ATi 原厂卡故乡的栢能。蓝宝石所有显卡都由栢能代工，但是蓝宝石品牌本身和栢能没有什么关系，栢能也代工 nVIDIA 显卡，并且有自己的 nVIDIA 显卡品牌索泰。

蓝宝石显卡如图 1-25 所示。

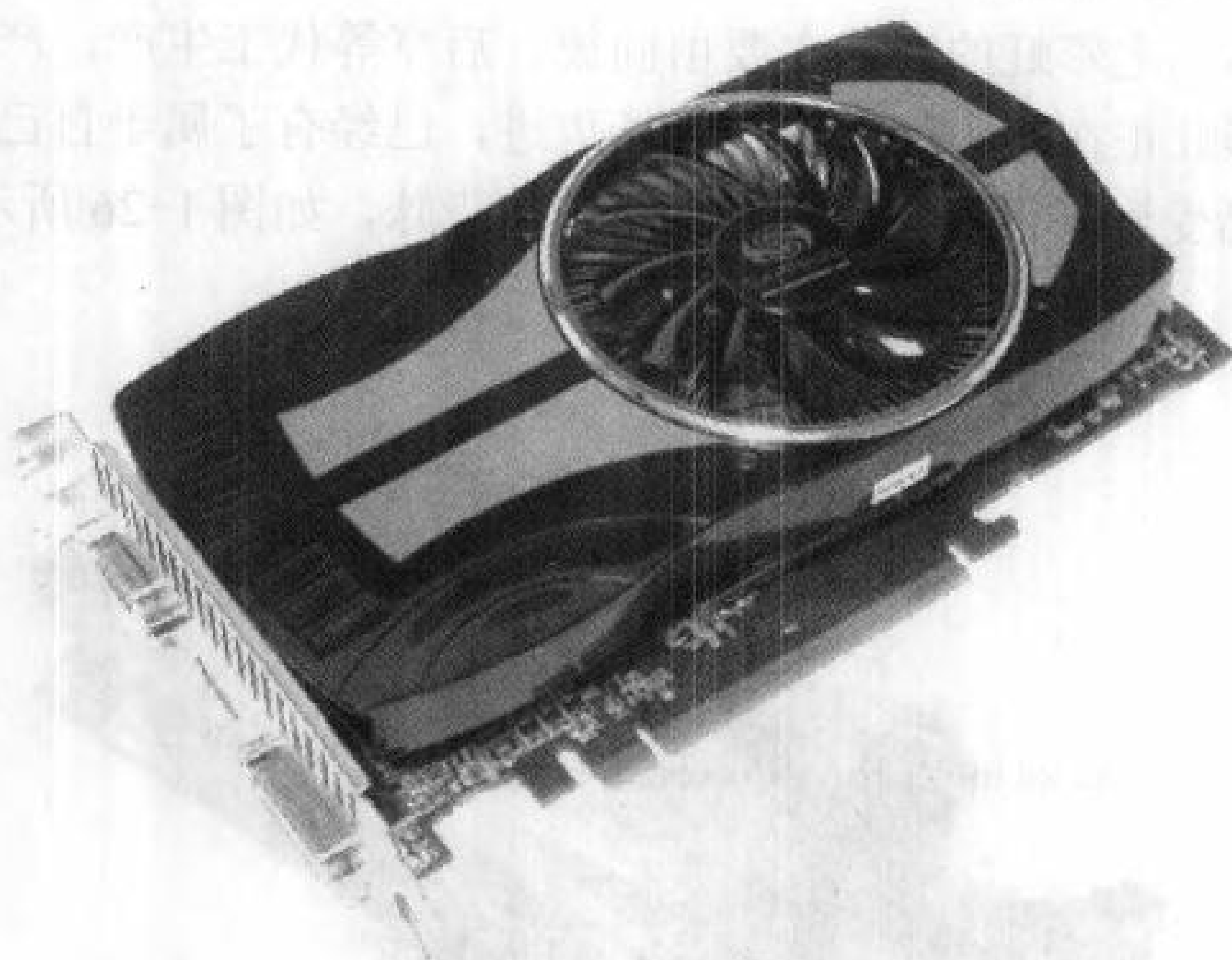


图 1-25　蓝宝石显卡

1.5.7 迪兰恒进

迪兰恒进（Dtaland）公司的网址为 http://www.dataland.com.cn。

中国台湾憾讯旗下的显卡品牌，在国外的商标为 PowerColor，几乎和蓝宝石齐名，也是 ATi 的重要级合作伙伴。单从蓝宝石和迪兰恒进这两个品牌来说，进入显卡市场的时间并不长，不过它们的背后都有实力很强大的公司，如蓝宝石背后的栢能、迪兰恒进背后的憾讯。

在产品上，由于两家都是 AIB 厂商，并且都有研发、生产、销售、售后的实力，所以这两个品牌的产品都比较令人放心，几乎代表了当今 ATi 显卡的最高品质。在海外，这两个品牌也是 ATi 显卡之王，虽然说 HIS、GECUBE、技嘉等也是 AIB 合作伙伴，但是在销量方面，似乎蓝宝石和迪兰恒进的市场接受度更大一些。

2008 年，业界传出了蓝宝石与迪兰恒进中国内地分公司合并的消息，后经证实确有此事，主要是为了相互共享资源。但是对于用户来说影响不大，因为在市场端蓝宝石仍然是蓝宝石，迪兰恒进也仍然是迪兰恒进，两个品牌与背后的工厂都互不关联。

1.5.8 七彩虹

七彩虹（Colorful）公司的网址为http://www.colorful.cn。

七彩虹的前身是世和资讯公司，公司成立于 1995 年，七彩虹实际上就是世和资讯公司的自有显卡品牌。

1999 年 2 月，七彩虹正式以世和资讯公司的自有显卡品牌面世。凭借着世和资讯多年的产品代理经验，七彩虹显卡在市场和渠道上做得非常出色，很快就成为了销量最大的显卡厂商之一，这在当年竞争非常激烈的显卡市场上确实算是个奇迹。直到现在，七彩虹仍然是中国内地显卡销量最高的品牌。

从产品来看，早期七彩虹的产品主要由同德、启亨等代工生产，产品本身没有太大的特色。不过近两年七彩虹正在努力朝着高端市场迈进，已经有了属于自己的产品研发团队，特别是 iGame 系列产品受到了很多玩家及高端用户的青睐，如图 1-26 所示。

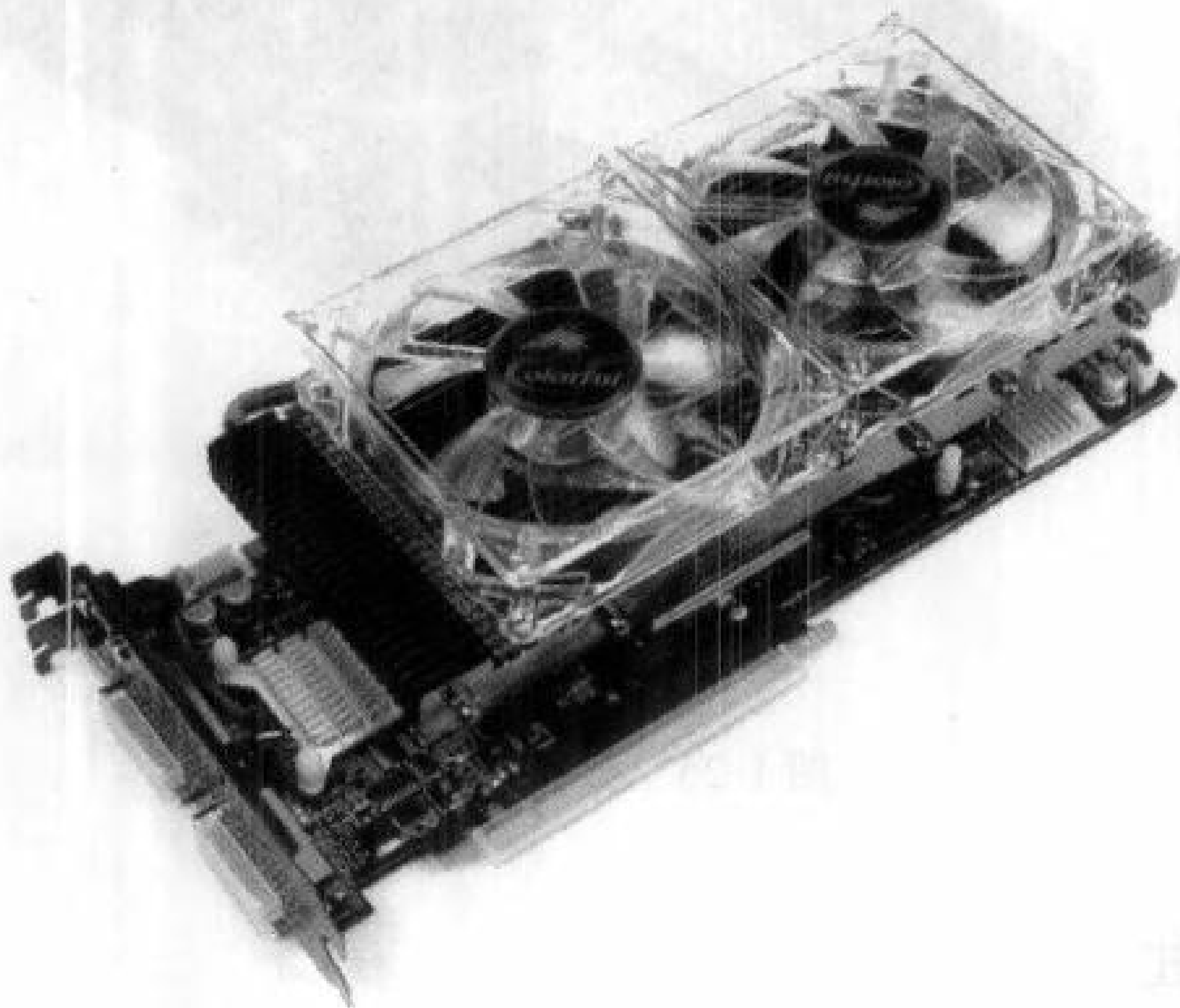


图 1-26 七彩虹 iGame 显卡



七彩虹的显卡一般用 CH、CT、CF、CV 和 CL 作为显卡的后缀。

“C”为七彩虹的英文注册商标“Colorful”的缩写，代表“由七彩虹板卡专业研发团队出品，除拥有七彩虹一贯的高品质、高性能特性外，还享有七彩虹特色而贴心的“后晴服务”体系”。

而在此“C”后另一个字母是对相同芯片的不同功能和价格的划分，相应解释如下：

CH：“H”是“High”（高端）的缩写。此产品命名将会独立应用在最高端的产品，此系列代表七彩虹对技术有着狂热向往的高端用户最深刻的理解。

CT：“T”是“Technology”（技术）的缩写。此产品线将最能体现七彩虹科技专业研发

团队的技术特色及研发力量，是相同产品中最耀目的技术明星。

CF：“F”是“Full”（完整）的缩写。此产品线是“完整”按照芯片开发商的公板来设计，完全符合公板所有的特性和规格，具备公板所有的功能。

CV：“V”是“Value”（价值、超值）的缩写。此产品线代表七彩虹竭力为用户提供价格优惠而性能出众（高性价比）的产品理念。

CL：“L”是“Limit”（有限度）的缩写。表明此产品线在功能上与公板“CF”版相比有所简略，是七彩虹因应市场需求而特制的一款性能价格相宜的普及版本。

1.5.9 影驰

影驰（Galaxy）公司的网址为 http://www.szgalaxy.com。

影驰是一家来自香港的 AIC 厂商，背后的公司名叫嘉威，总部位于深圳，有丰富的产品研发、设计、生产、销售实力。影驰 1999 年开始与 nVIDIA 合作，迈入显卡市场，不过近几年发展非常迅猛，主要以良好的做工和较低的价格受到了人们的喜爱，而且影驰也经常会推出一些特色产品，如前段时间就推出了全球首款采用数字供电的 GTX26075 显卡（见图 1-27）。影驰显卡的定位就是平价，比一般平价产品还有好的品质。

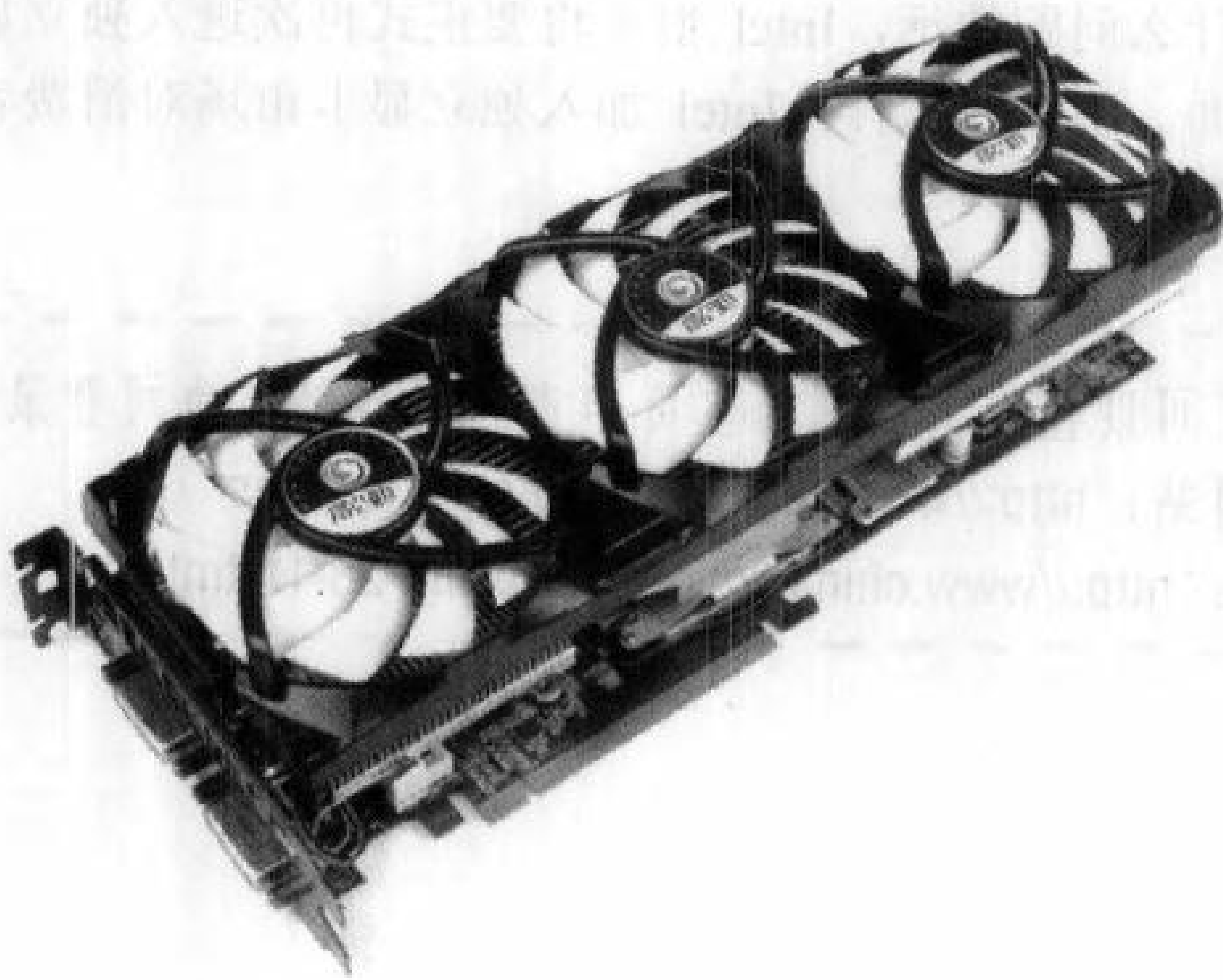


图 1-27 采用数字供电的影驰显卡

从近两年影驰显卡的销量来看，可以说是节节攀升，昔日的同德五虎除了七彩虹之外，销量都不及影驰了，可以看出这个品牌的成长速度确实非常快。目前，影驰只是生产和销售 nVIDIA 芯片的显卡，之前有消息说会推出 ATi 显卡品牌，但后来也没了消息。

1.5.10 讯景

讯景（XFX）公司的网址为 http://www.xfx.com.cn。

讯景公司隶属于松景集团。松景集团成立于 1991 年，其旗下的 XFX 品牌显卡畅销于欧美计算机市场，在欧美 2002 年全年的显卡销量成绩排名第三。在国内市场，松景一直致力

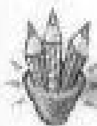
于 OEM 业务，成为许多品牌计算机的首席显卡供应商，在业界做出了相当出色的成绩。在2003 年，随着 GeForceFX 系列图形芯片的发布，松景携其 XFX 品牌登陆国内 DIY 市场。十年磨一剑，今朝把示君。XFX 向国内游戏玩家展示了具欧美大气风格的全系列 nVIDIA 显卡及 Personal Cinema 产品，形成了高、中、低端全面铺开的阵型，满足了不同的消费层次。作为 nVIDIA 的主力发布伙伴之一，XFX 是最早把 nVIDIA 最新显卡产品带入国内市场的显卡厂商。并且依靠自身强大的研发实力，研制出了一批“精品工程”，为国内显卡市场注入了一股新鲜血液，市场反映热烈，被广大 3D 爱好者所推崇。伴随着 2004 年 XFX 的中文名称“讯景”正式启用，XFX 讯景将进一步把“显卡玩家，玩家显卡”的理念深植国内 DIY 市场，带来更多更好人性化的显卡产品。



结语

从现在的显卡市场来看，虽然竞争也非常激烈，但显示芯片厂商基本上是 nVIDIA 与 ATi 两家的天下，而且产品的挖掘潜力不是很大，更多意义上是厂商与厂商之间的竞争，莫非就是换换版型，对比对比散热器而已。不过这样的情况很不乐观，相对于之前来说，提供显示芯片的厂商少了很多，而显卡厂商却多了很多，这两者完全成反比，而且比例越来越大。

不过，如果没有什么问题的话，Intel 很快将要正式再次进入独立显卡市场了，届时可能会出现三足鼎立的局面。不管怎么样，Intel 加入独立显卡市场对消费者是没有坏处的，所以我们很期待这一天的到来。



提示

显卡的 BIOS 除了可以在以上品牌的主页中查找下载外，也可登录以下网站搜索下载。

显卡 BIOS 下载网站：http://www.techpowerup.com/vgabios/

迅维网显卡维修：http://www.chinafix.com.cn/forum-28-1.html

第2章

显卡电路原理

◎ 工作原理

◎ 供电电路

◎ GPIO、显存电路

◎ BIOS 电路

◎ 接口电路

◎ 其他电路

2.1 工作原理

我们在显示屏上看到的图像是由很多个小点组成的，这些小点称为“像素”。在最常用的分辨率设置下，屏幕显示一百多万个像素，计算机必须决定如何处理每个像素，以便生成图像。为此，它需要一位“翻译”，负责从 CPU 获得二进制数据，然后将这些数据转换成人眼可以看到的图像。除非计算机的主板内置了图形功能，否则这一转换是在显卡上进行的。

显卡的工作非常复杂，但其原理和部件很都容易理解。

显卡内部工作原理如图 2-1 所示，GPU 是主要部分，通过 AGP/PCI-E 总线完成与 CPU 之间的通信，控制板上的显存工作，通过 DAC 电路输出 R、G、B、HS、VS 信号。

> 工作过程：GPU→显存→RAMDAC→显示器
>
> 数据离开 CPU，必须通过 4 个步骤，才会到达显示屏。
>
> （1）从总线进入 GPU——将 CPU 送来的数据送到 GPU 里面进行处理。
>
> （2）从 GPU 进入显存——将芯片处理完的数据送到显存。
>
> （3）从显存进入 DAC——由显存读取出数据再送到 RAMDAC（随机读/写存储数模转换器）将数据从数字信号转换成模拟信号。
>
> （4）从 DAC 进入显示器——将转换完的模拟信号送到显示屏。

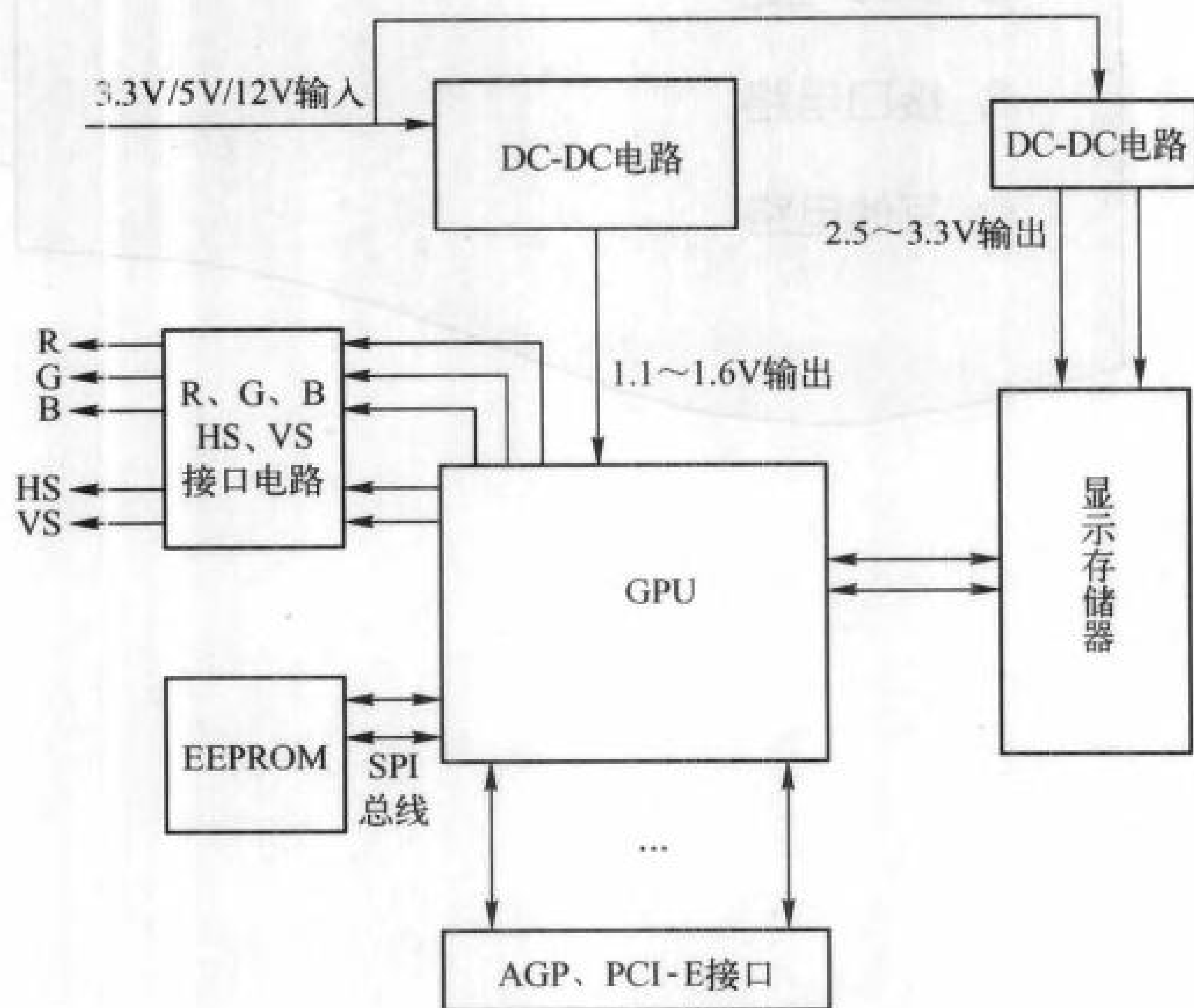


图 2-1　显卡内部工作原理

RV630 内部架构图如图 2-2 所示。

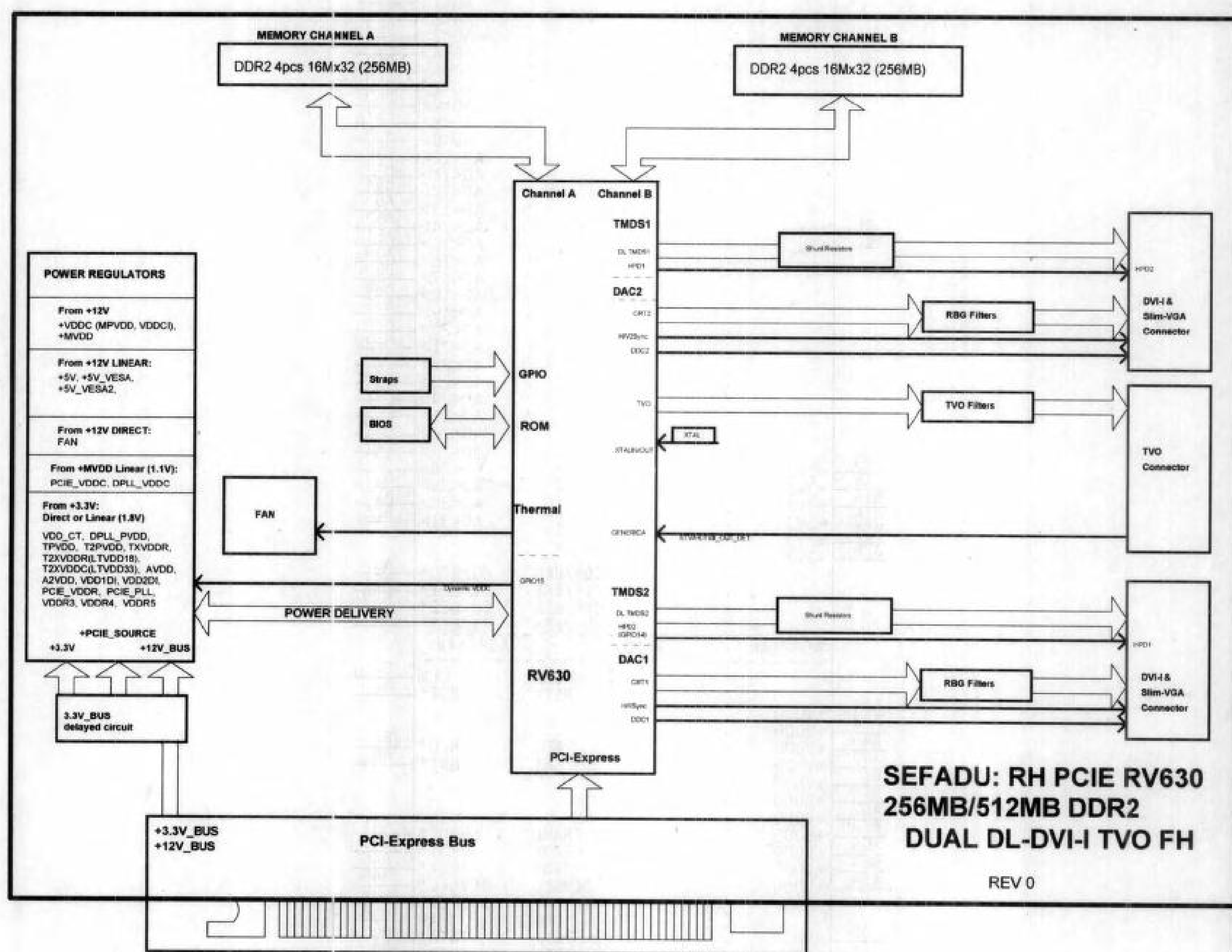


图 2-2　RV630 内部架构图

2.2　供电电路

2.2.1　供电来源

绝大多数显卡是由主板上的 AGP/PCI-E 插槽供电的，本身没有电源补充，也没有电池等来供应所需的工作电能，而是由显卡上的金手指通过计算机主板的插槽来获得所需的电量。

1．AGP 显卡供电

AGP 插槽定义如图 2-3 所示，供电脚如下。

+12V：A1

+5V：B2、B3

+3.3V：B9、A9、B16、A16、B28、A28

VDDQ：A34、B34、A40、B40、B47、A52、B52、A58、B58、A64、B64

图 2-3 AGP 插槽定义



2. PCI-E 显卡供电

PCI-E 插槽定义如图 2-4 所示，供电脚如下。

+12V：A2、A3、B1、B2、B3

+3.3V：A9、A10、B8

+3.3Vaux：B10

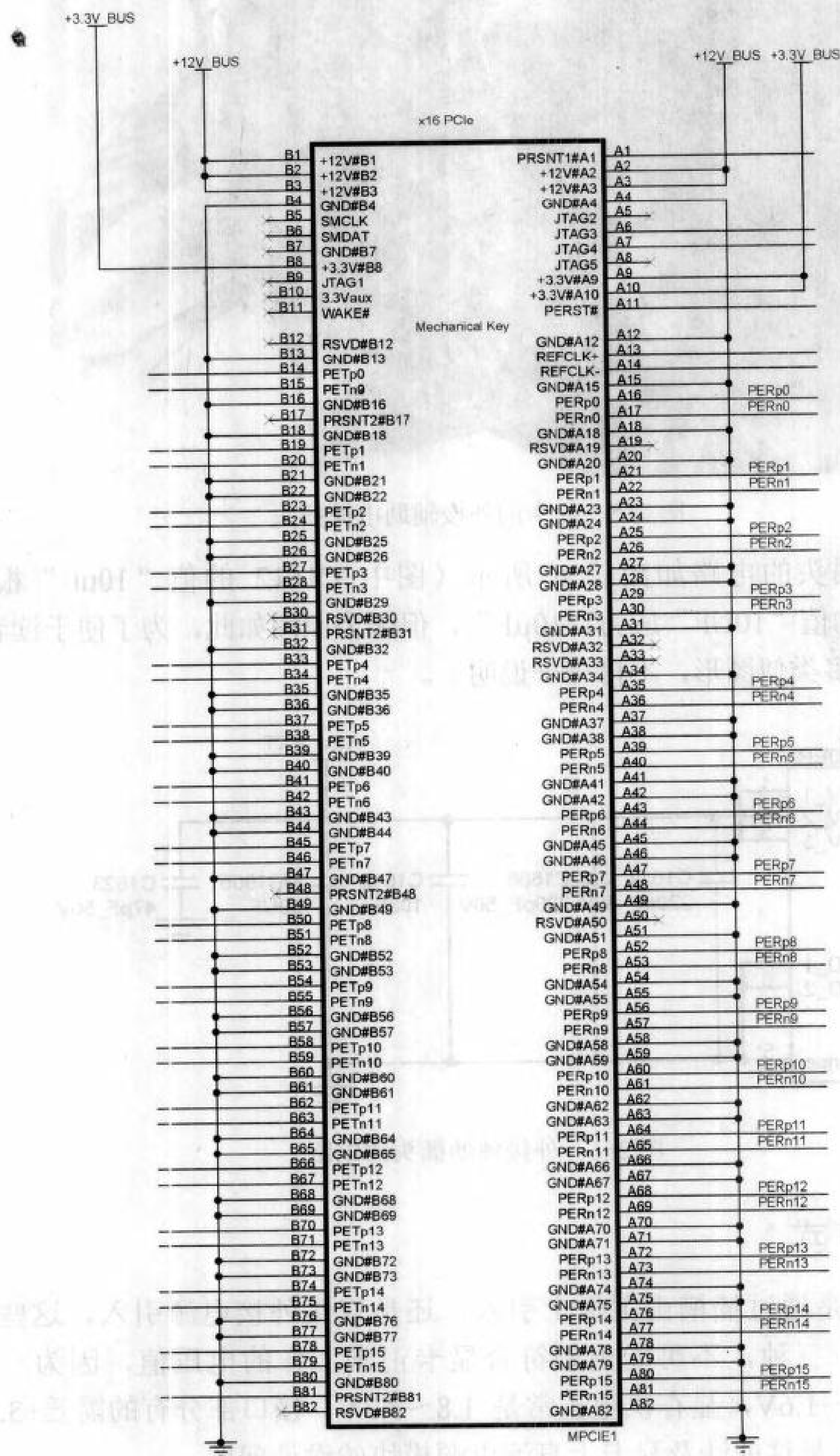


图 2-4 PCI-E 插槽定义

对于部分高端显卡产品因为耗电很厉害，通过主板上的插槽供电已不能满足显卡的要求，于是，人们又想到直接由 PC 电源引入一组插头来为显卡供电。显卡的多个外接辅助电源插头如图 2-5 所示。

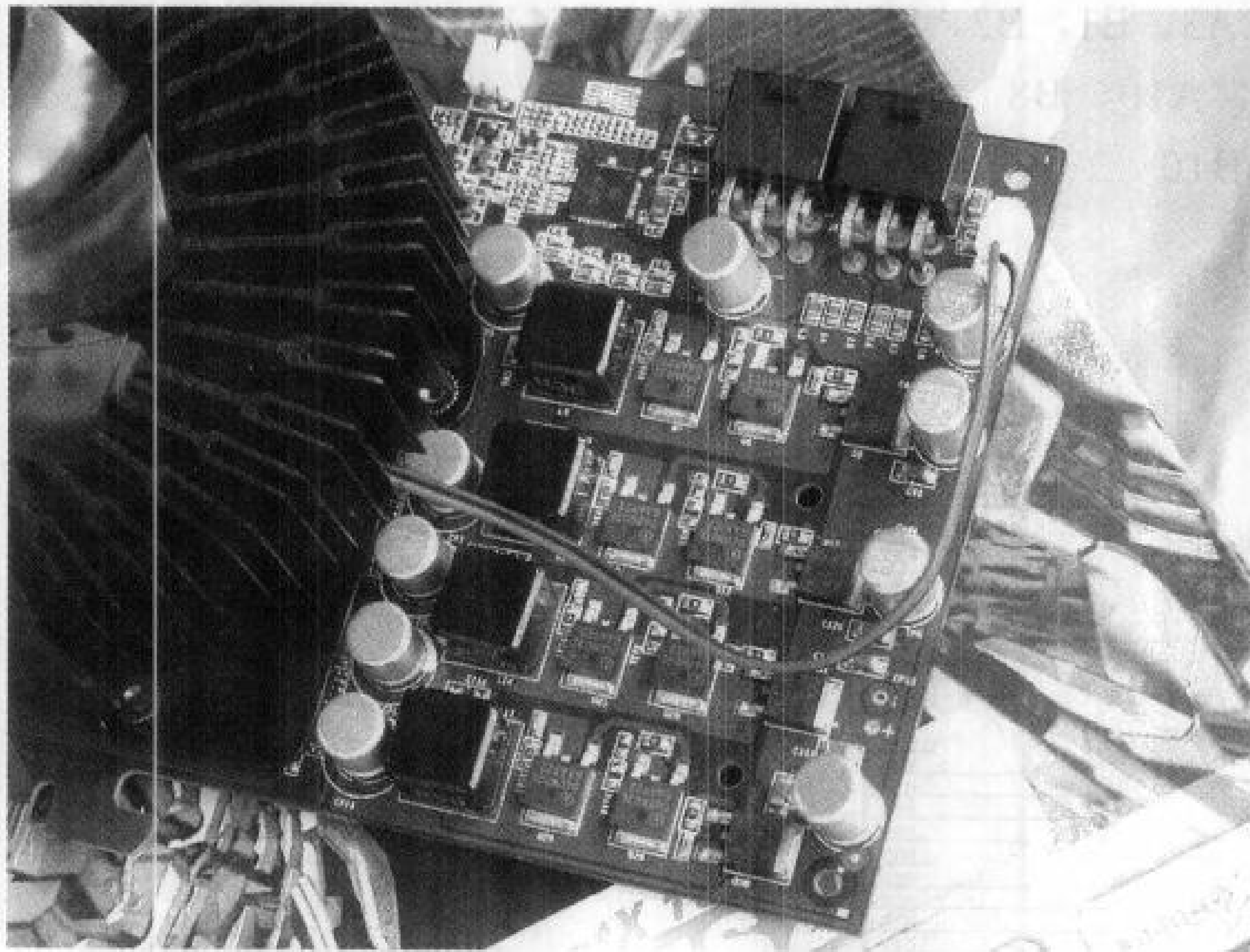


图 2-5　显卡的外接辅助电源插头

外接辅助电源插头的电路如图 2-6 所示（图中 C1612 的值“10uF”根据国标应为“10μF”，MC1605 的值“10UF”应为“10μF”，但因为原图如此，为了便于读者查阅，本书不再改。全书还有很多类似图形，不再一一说明）。

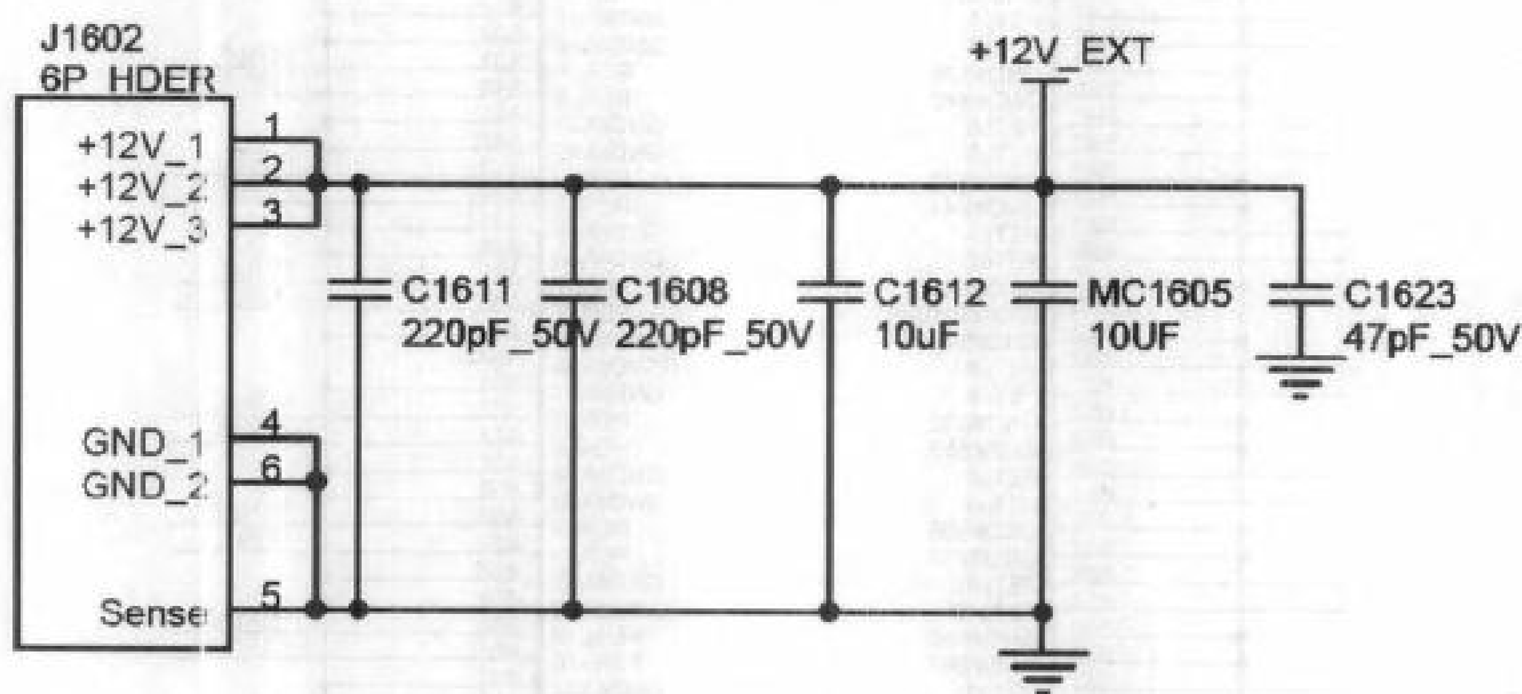


图 2-6　外接辅助插头的电路

2.2.2　供电方式

显卡的供电无论是通过插槽由主板上引入，还是直接外接电源引入，这些电源主要为+3.3V、+5V 及+12V 三种，不可能正好符合显卡正常工作的电压值，因为一块显卡正常 GPU 核心供电是 1.1～1.6V，显存供电正常是 1.8～3.3V，接口部分有的需要+3.3V，有的需要+5V，各不相同，于是这就涉及显卡上直流电源模块的设计问题。

直流电源模块的基本工作原理：当输入端的电压发生变化时，它都能稳定地输出一个预

先设计的平滑的电压值，并可带动一定的负载。

显卡上的直流电源模块通常分三大类：三端稳压方式、MOS 线性降压方式和开关电源方式。它们的工作模式都是采取降压工作模式，即输出端电压要低于输入端。

1. 三端稳压电源方式

采用三端压电源方式的芯片有 1117、7805 等（见图 2-7）。此方式电路简单，但提供的电流比较小。一般数模转换电路供电 DAC（见图 2-8）和接口部分电路供电 DDC5V 采用此种方式。

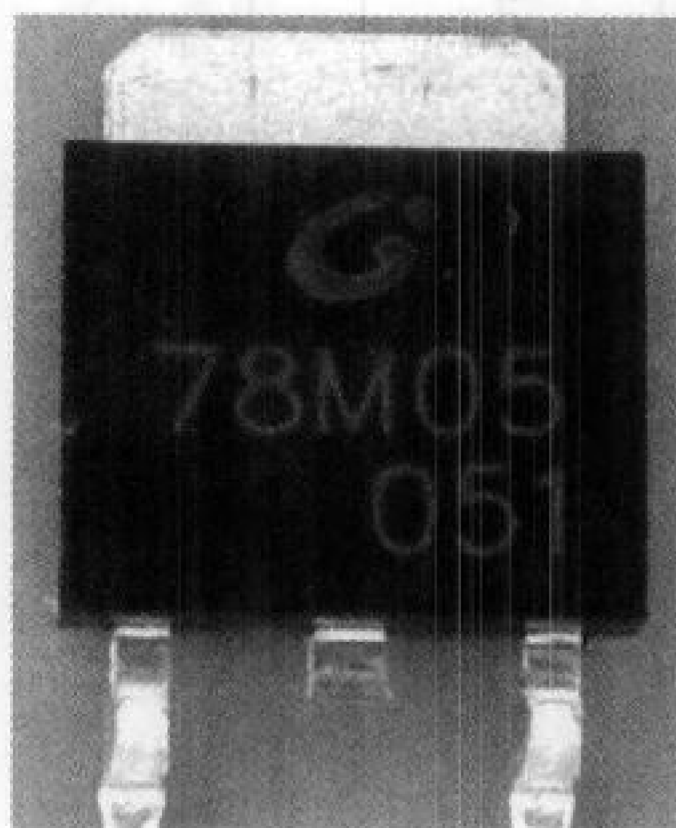


图 2-7 78M05

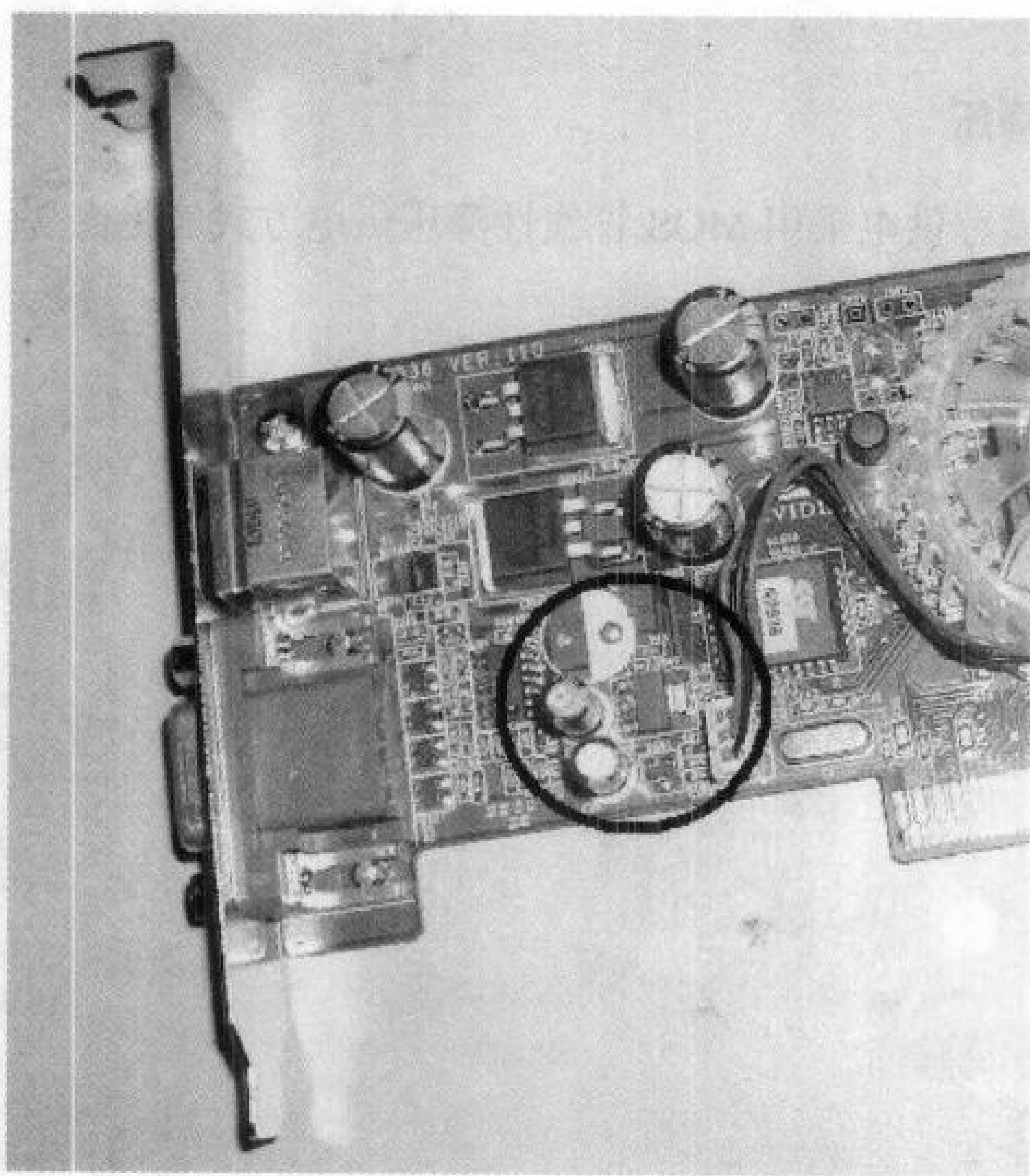


图 2-8 采用 1117 降压的 DAC 供电

1117 等三端稳压元件工作原理：3 脚为电压输入，2 脚为输出，1 脚为调整。1117 工作原理图如图 2-9 所示，只需改变图中 ER304 与 ER305 的阻值比例即可改变 VOUT 大小。

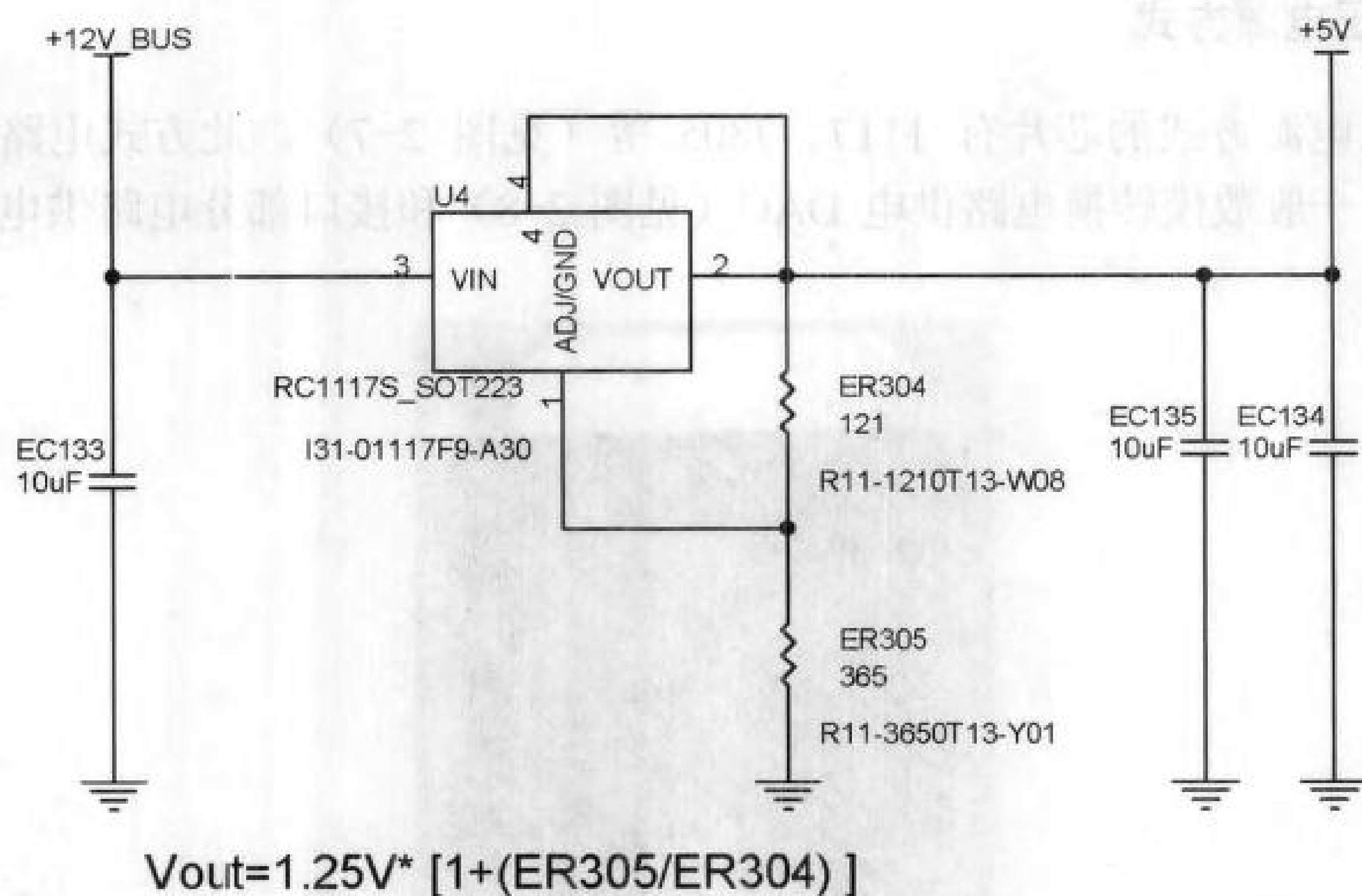


图 2-9　1117 工作原理图

DDC_5V 供电一般由正电压稳压器 78L05 产生。它的 3 脚输入 12V，2 脚接地，1 脚固定输出 5V。

2．MOS 管线性降压

一般低端显卡的显存供电采用 MOS 管线性降压供电方式（见图 2-10）。

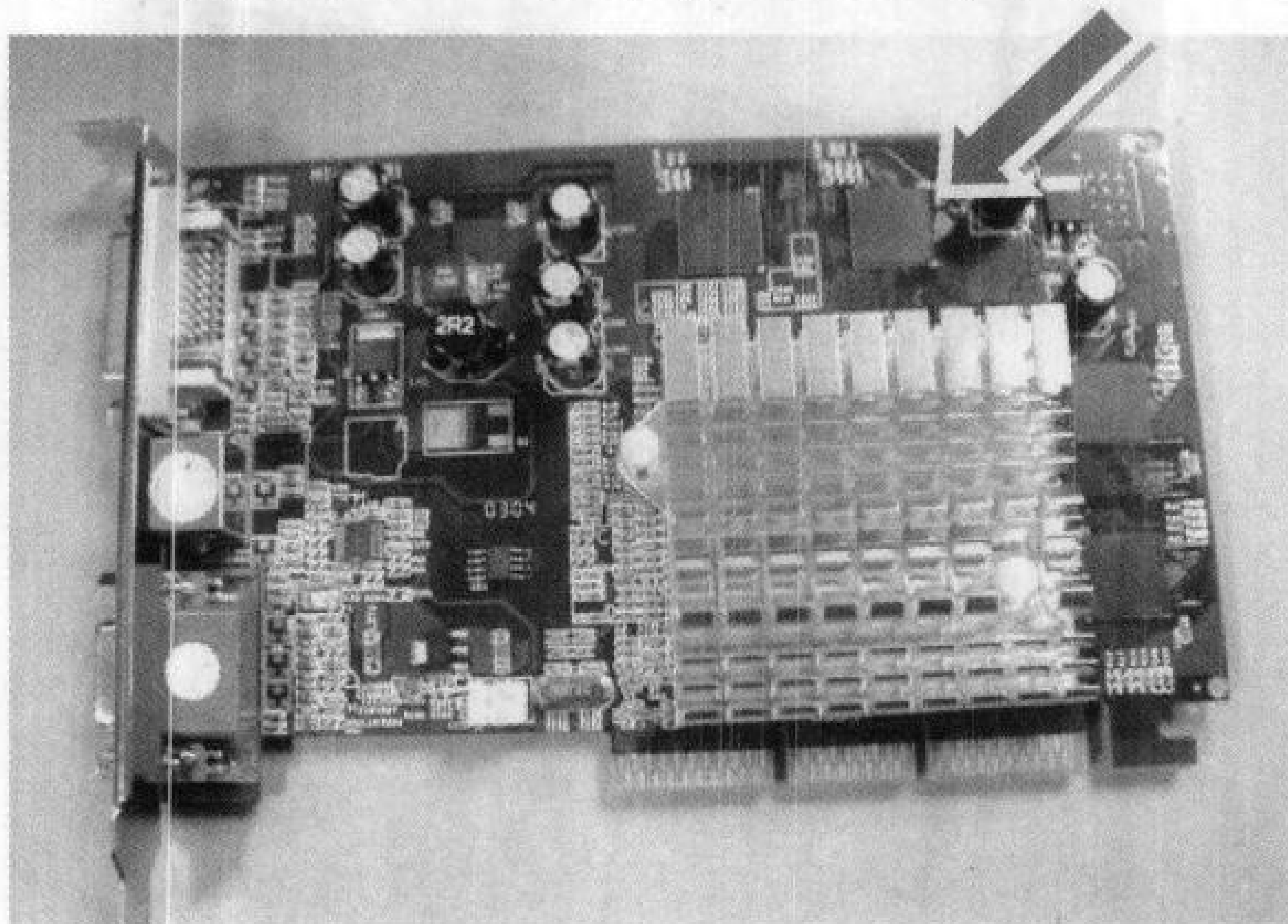


图 2-10　低端显卡显存供电

N 沟道 MOS 管特性：G 极电压越高，D-S 极导通程度越强。

图 2-11 所示的 MOS 管线性降压电路图中，控制芯片 18 脚发出信号驱动 Q800 和 Q801 的 G 极，使 AGP 3.3V 降压为 FBVDDQ 2.5V。R810 和 R811 为反馈，改变它们的大小比例可以调整输出的大小。

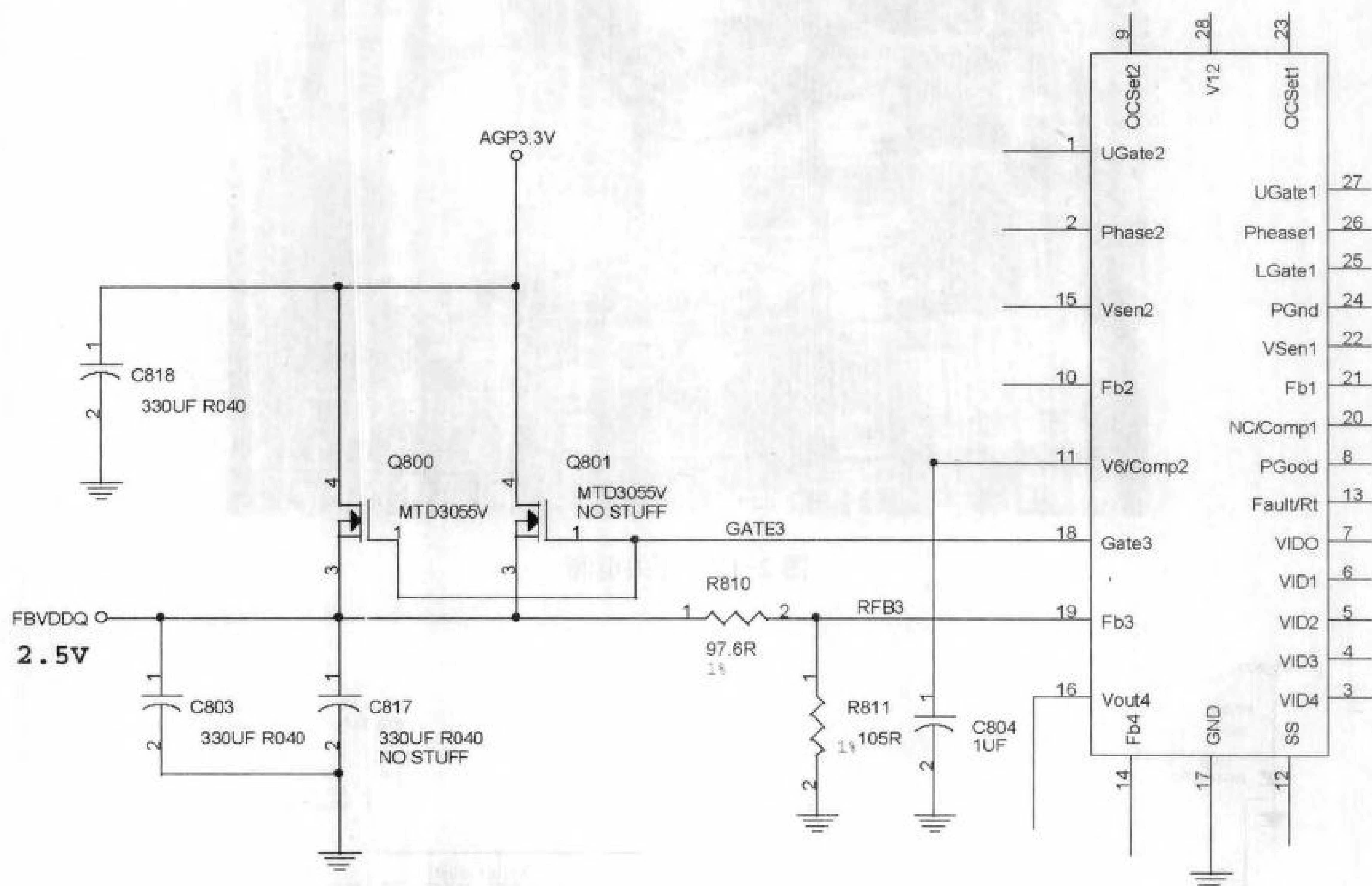


图 2-11　MOS 管线性降压电路图

3. 开关电源方式

大多数显卡核心供电和高端卡的显存供电采用开关电源方式。

对于高端显卡由于工作频率逐步提升，使得前两种供电方式无法承受更多的负载工作，工作时容易发生死机情况，因而逐步被开关电源供电方式取代。开关电源是利用现代电力电子技术，控制开关管开通和关断的时间比率，维持稳定输出电压的一种电源。开关电源一般由脉冲宽度调制（PWM）控制 IC 和 MOSFET 构成。

传统的 PWM+MOS+线圈+电容组成的开关电源供电电路实物如图 2-12 所示。

开关电源供电电路图如图 2-13 所示，其中 8 脚芯片 EMU31 为 PWM 主控芯片，EQ28 我们习惯称做上管或高端管，EQ31 为下管或低端管，当 PWM 芯片工作条件满足后，控制上管、下管轮流工作，输出相应电压。（图中电阻 ER6 的标注为“19K”，按国标应为“19k”，但为了与原图一致，便于读者查阅，本书不再改正。本书还有很多类似图形，不再一一说明。）

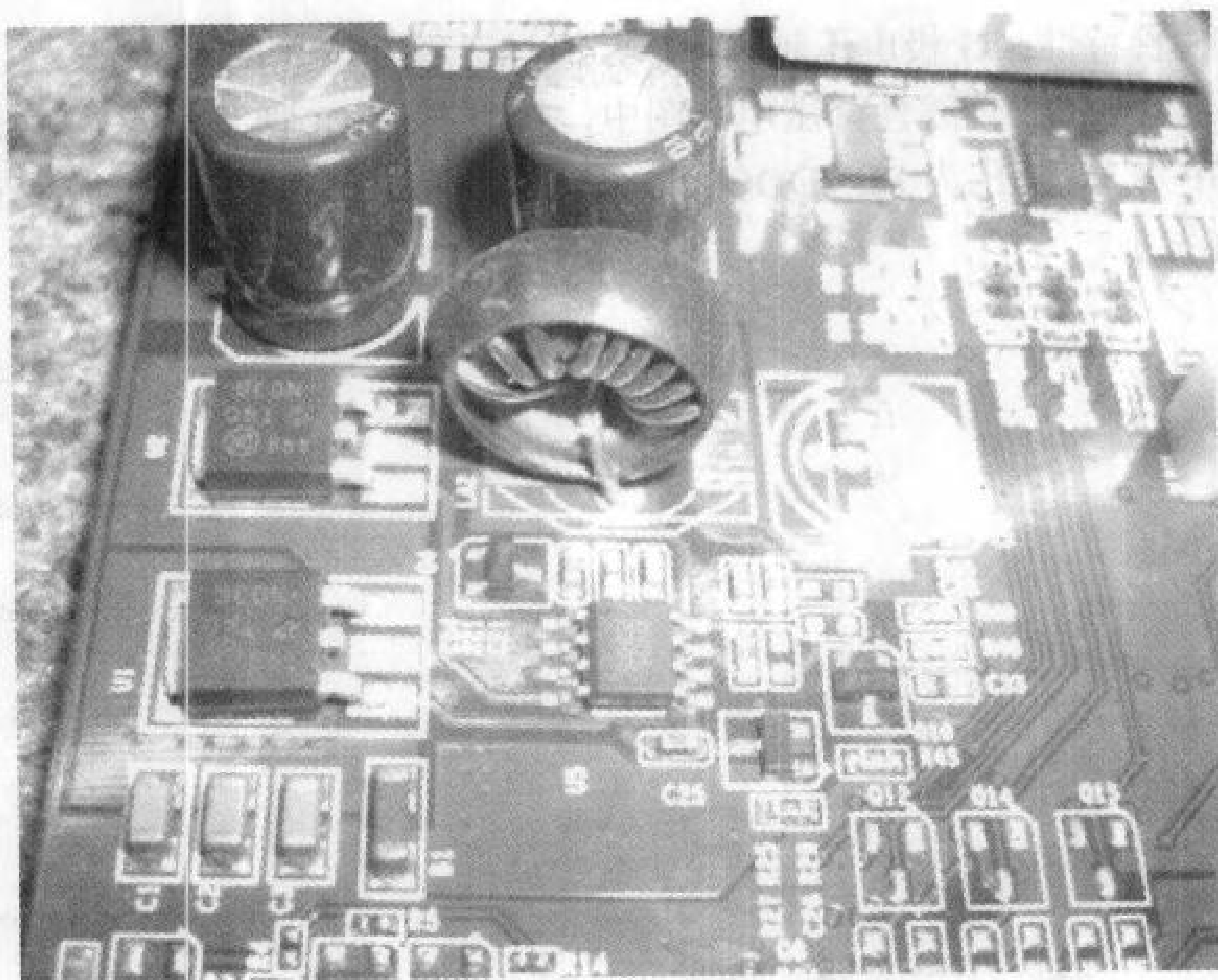


图 2-12　开关电源

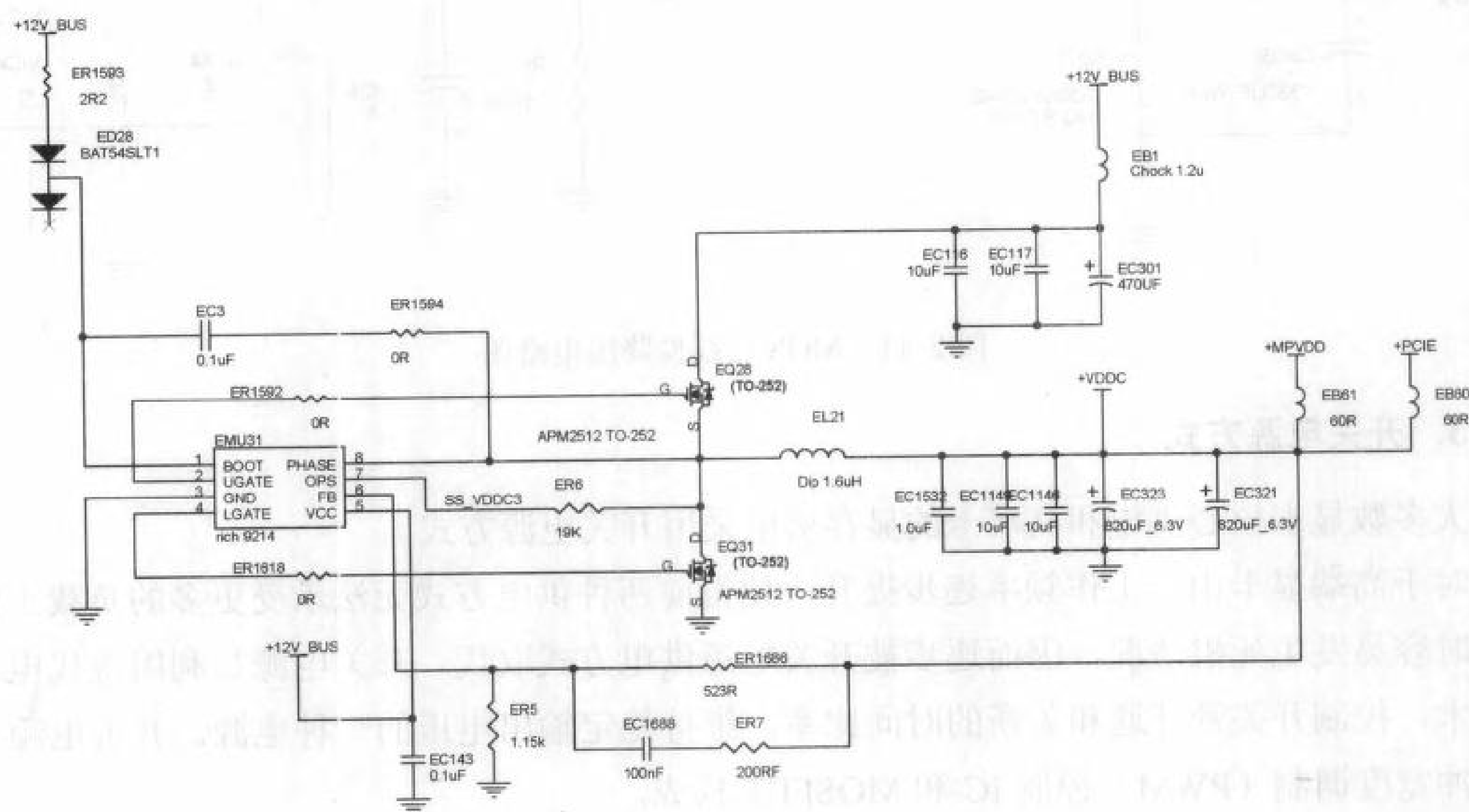
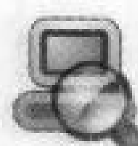


图 2-13　开关电源供电电路图

开关电源工作原理：PWM 是控制 MOSFET 的高速开关来调节电压，当开关打开时电压上升，而关闭时则电压下降，利用电感电容蓄电元件，电压上升及下降的时间，高速的切换开和关的时间，控制电压的准位。如图 2-14 所示，T 代表一个周期，而 T_1 为开启状态，T_2 为关闭状态，只要控制 T_1 和 T_2 的时间（占空比）就可控制电压的高低。

使用示波器可以探测到如图 2-15 所示的方波。



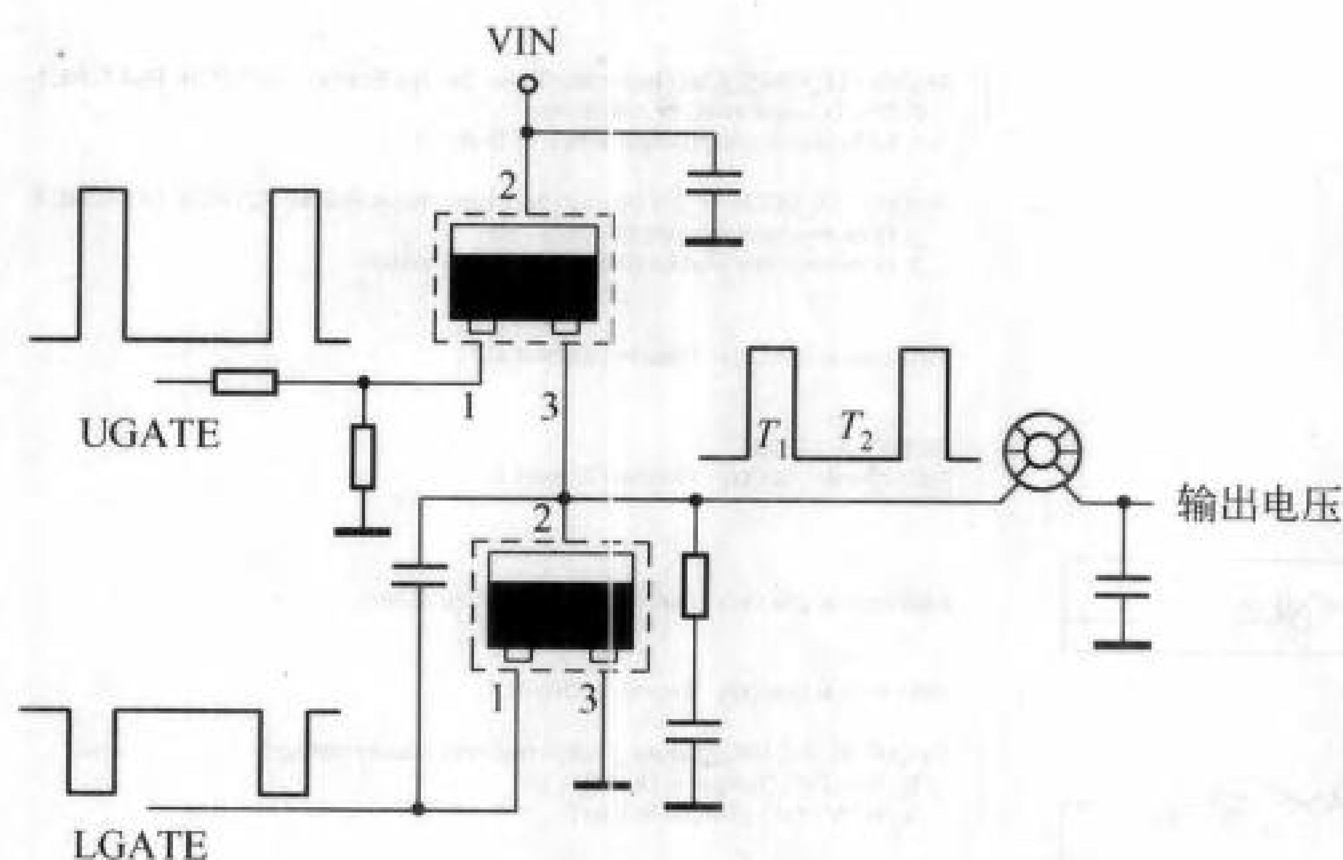


图 2-14 PWM 原理图

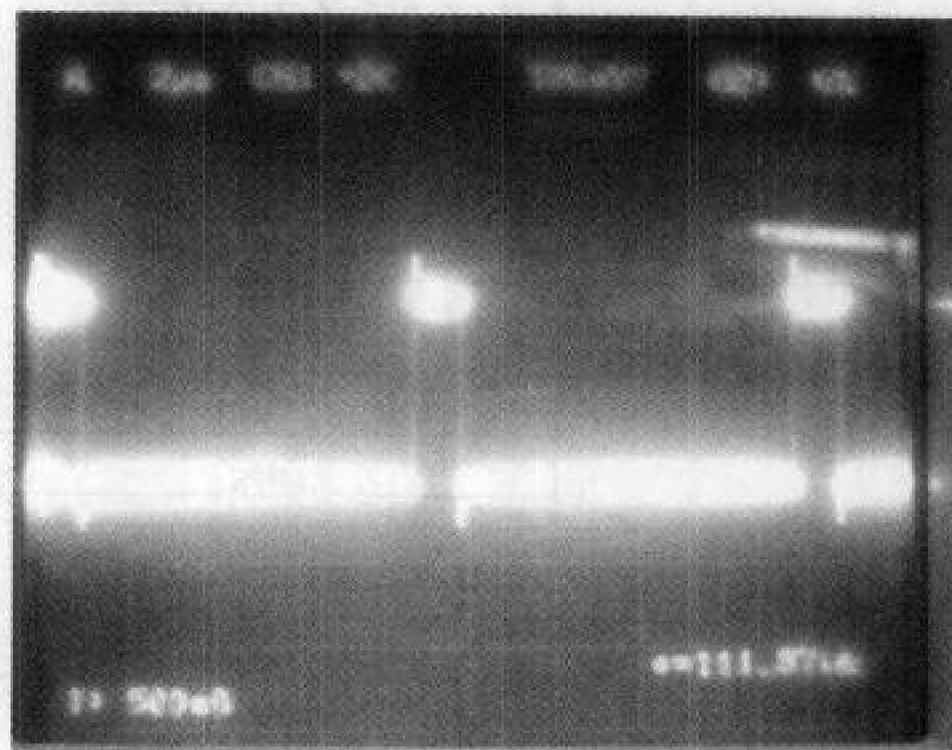


图 2-15 PWM 方波

2.3 GPIO、显存电路

2.3.1 GPIO 定义

GPIO 英文全称为 General-Purpose IO ports，也就是通用输入/输出接口。通俗地说，就是一些引脚可以通过它们输出高低电平，或者通过它们读入引脚的状态是高电平还是低电平。

GPU 内部有许多 GPIO 脚，通过外接电阻拉低或置高，定义不同的功能，如 ATi 显卡 ROM 的型号是由 GPU 的 GPIO 外接电阻组成设定值来定义的。RV630 芯片的 GPIO 引脚图如图 2-16 所示，相应的设定说明图如图 2-17 所示。

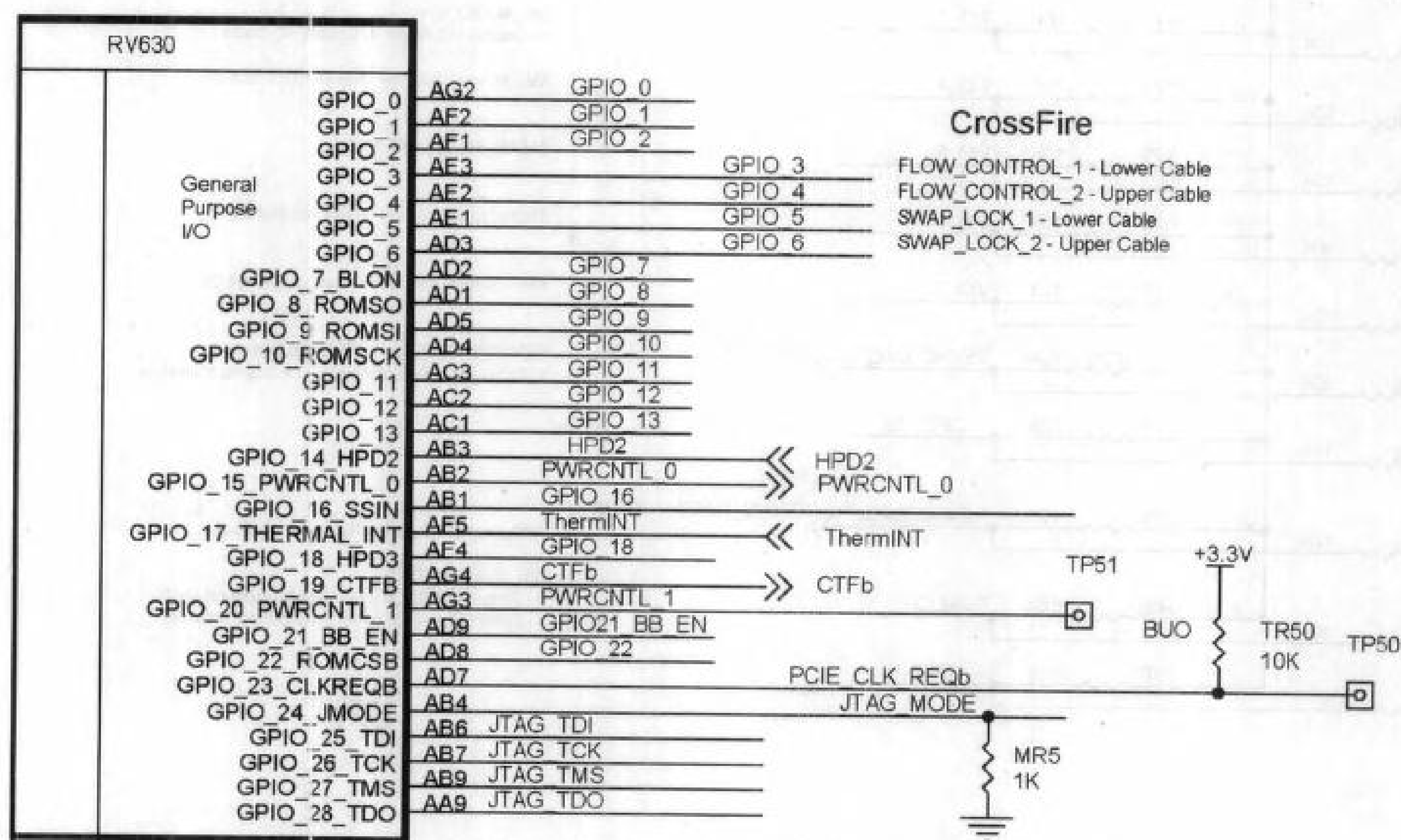


图 2-16 RV630 芯片的 GPIO 引脚图



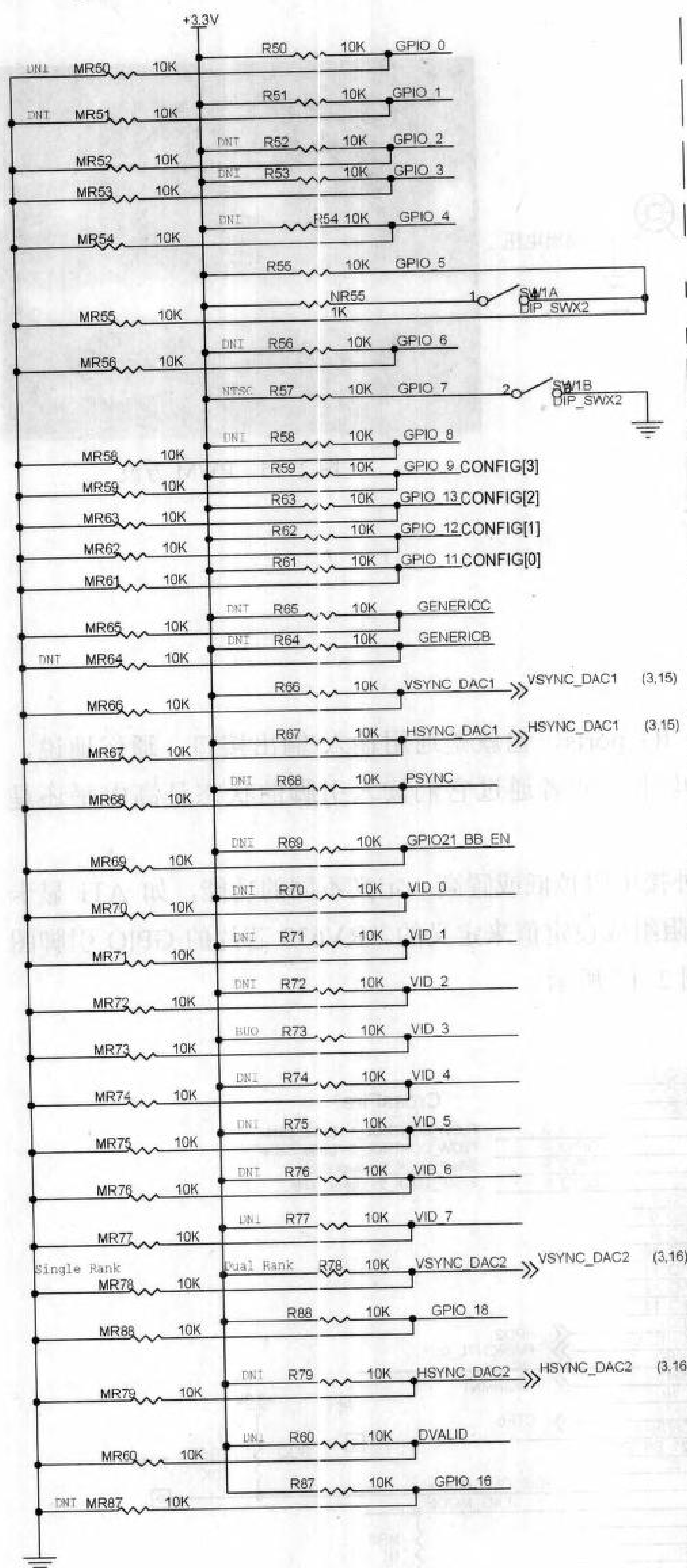


图 2-17 RV630 芯片的 GPIO 引脚相应的设定说明图

2.3.2 DDR 显存

一颗三星公司生产的 TSOP（薄型小尺寸）封装 DDR 显存颗粒，单颗容量为 128Mb（16MB），位宽为 16bit，速度为 3.3ns（300MHz），如图 2-18 所示。

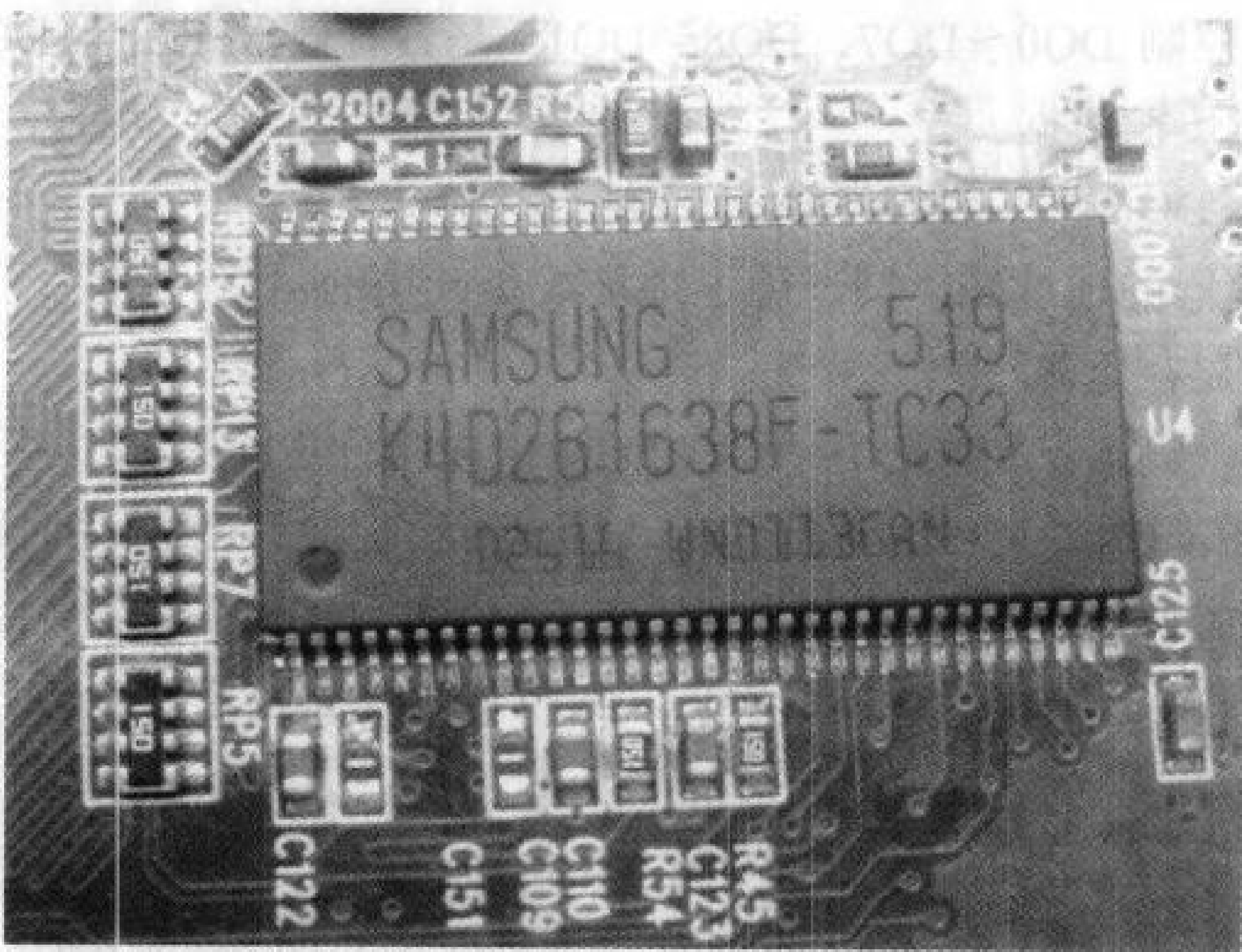


图 2-18 三星 DDR 显存

1. TSOP 封装 DDR 显存脚位定义

DDR 显存颗粒的脚位定义如图 2-19 所示。

x4	x8	x16			x16	x8	x4
VDD	VDD	VDD	1	66	VSS	VSS	VSS
NC	DQ0	DQ0	2	65	DQ15	DQ7	NC
VDDQ	VDDQ	VDDQ	3	64	VSSQ	VSSQ	VSSQ
NC	NC	DQ1	4	63	DQ14	NC	NC
DQ0	DQ1	DQ2	5	62	DQ13	DQ6	DQ3
VSSQ	VSSQ	VSSQ	6	61	VDDQ	VDDQ	VDDQ
NC	NC	DQ3	7	60	DQ12	NC	NC
NC	DQ2	DQ4	8	59	DQ11	DQ5	NC
VDDQ	VDDQ	VDDQ	9	58	VSSQ	VSSQ	VSSQ
NC	NC	DQ5	10	57	DQ10	NC	NC
DQ1	DQ3	DQ6	11	56	DQ9	DQ4	DQ2
VSSQ	VSSQ	VSSQ	12	55	VDDQ	VDDQ	VDDQ
NC	NC	DQ7	13	54	DQ8	NC	NC
NC	NC	NC	14	53	NC	NC	NC
VDDQ	VDDQ	VDDQ	15	52	VSSQ	VSSQ	VSSQ
NC	NC	LDQS	16	51	UDQS	DQS	DQS
NC	NC	NC	17	50	NC	NC	NC
VDD	VDD	VDD	18	49	VREF	VREF	VREF
NC	NC	NC	19	48	VSS	VSS	VSS
NC	NC	LDM	20	47	UDM	DM	DM
/WE	/WE	/WE	21	46	/CK	/CK	/CK
/CAS	/CAS	/CAS	22	45	CK	CK	CK
/RAS	/RAS	/RAS	23	44	CKE	CKE	CKE
/CS	/CS	/CS	24	43	NC	NC	NC
NC	NC	NC	25	42	NC	NC	NC
BA0	BA0	BA0	26	41	A11	A11	A11
BA1	BA1	BA1	27	40	A9	A9	A9
A10/AP	A10/AP	A10/AP	28	39	A8	A8	A8
A0	A0	A0	29	38	A7	A7	A7
A1	A1	A1	30	37	A6	A6	A6
A2	A2	A2	31	36	A5	A5	A5
A3	A3	A3	32	35	A4	A4	A4
VDD	VDD	VDD	33	34	VSS	VSS	VSS

400mil X 875mil

66pin TSOP -II

0.65mm pin pitch

图 2-19 DDR 显存颗粒的脚位定义

DQ0～DQ7：数据线，与 GPU 之间数据传输，当 LDM 状态线有效时 DQ0～DQ7 有效。

DQ8～DQ15：数据线，与 GPU 之间数据传输，当 UDM 状态线有效时 DQ8～DQ15 有效。

LDM、UDM：控制 DQ0～DQ7、DQ8～DQ15 是否有效，相当于 DQ0～DQ7 在传输数据时 DQ8～DQ15 不传输数据。

LDQS、USQS：DQ0～7、DQ8～DQ15 数据选通。

A0～A11：存储器的地址线。同一通道地址线是共用的。

VDD/ VDDQ：显存电源。

VREF：参考电压输入，VDDQ 经两个相同阻值电阻分压而来。

CK、/CK、CKE：CK、/CK 为数据写入和读出时钟控制；CKE 为时钟输入线。

/CS：芯片选择信号，决定 CK、/CK、CKE、LDM、UDM 是否有效。

（注：x4、x8、x16 分别表示 4 位、8 位、16 位显存的脚位定义。）

2．MBGA 封装 DDR 显存脚位定义

单颗位宽 32bit 的 MBGA 封装 DDR 显存脚位定义图如图 2-20 所示。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A														
B		DQS0	DM0	VSSQ	DQ3	DQ2	DQ0	DQ31	DQ29	DQ28	VSSQ	DM3	DQS3	
C		DQ4	VDDQ	NC	VDDQ	DQ1	VDDQ	VDDQ	DQ30	VDDQ	NC	VDDQ	DQ27	
D		DQ6	DQ5	VSSQ	VSSQ	VSSQ	VDD	VDD	VSSQ	VSSQ	VSSQ	DQ26	DQ25	
E		DQ7	VDDQ	VDD	VSS	VSSQ	VSS	VSS	VSSQ	VSS	VDD	VDDQ	DQ24	
F		DQ17	DQ16	VDDQ	VSSQ	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSSQ	VDDQ	DQ15	DQ14	
G		DQ19	DQ18	VDDQ	VSSQ	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSSQ	VDDQ	DQ13	DQ12	
H		DQS2	DM2	NC	VSSQ	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSSQ	NC	DM1	DQS1	
J		DQ21	DQ20	VDDQ	VSSQ	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSS Thermal	VSSQ	VDDQ	DQ11	DQ10	
K		DQ22	DQ23	VDDQ	VSSQ	VSS	VSS	VSS	VSS	VSSQ	VDDQ	DQ9	DQ8	
L		/CAS	/WE	VDD	VSS	A10	VDD	VDD	NC[2]	VSS	VDD	NC	NC	
M		/RAS	NC	NC	BA1	A2	A11	A9	A5	NC[3]	CLK	/CLK	MCL, DSF	
N		/CS	NC	BA0	A0	A1	A3	A4	A6	A7	A8/AP	CKE	VREF	
P														

图 2-20　MBGA 封装 DDR 显存颗粒脚位定义图

2.3.3　DDR2 显存

三星公司生产的 DDR2 颗粒，容量 256Mb（32MB），位宽 16bit，速度 2.5ns（400MHz），如图 2-21 所示。



图 2-21　三星 DDR2 显存

1. DDR2 显存脚位定义

K4N56163QG 256M gDDR2 显存脚位定义顶视图如图 2-22 所示。

1	2	3		7	8	9
VDD	NC	VSS	A	VSSQ	$\overline{\text{UDQS}}$	VDDQ
UDQ6	VSSQ	UDM	B	UDQS	VSSQ	UDQ7
VDDQ	UDQ1	VDDQ	C	VDDQ	UDQ0	VDDQ
UDQ4	VSSQ	UDQ3	D	UDQ2	VSSQ	UDQ5
VDD	NC	VSS	E	VSSQ	$\overline{\text{LDQS}}$	VDDQ
LDQ6	VSSQ	LDM	F	LDQS	VSSQ	LDQ7
VDDQ	LDQ1	VDDQ	G	VDDQ	LDQ0	VDDQ
LDQ4	VSSQ	LDQ3	H	LDQ2	VSSQ	LDQ5
VDDL	VREF	VSS	J	VSSDL	CK	VDD
	CKE	WE	K	RAS	$\overline{\text{CK}}$	ODT
NC	BA0	BA1	L	$\overline{\text{CAS}}$	$\overline{\text{CS}}$	
	A10	A1	M	A2	A0	VDD
VSS	A3	A5	N	A6	A4	
	A7	A9	P	A11	A8	VSS
VDD	A12	NC	R	NC	NC	

图 2-22　K4N56163QG 256M gDDR2 显存脚位定义顶视图

2. 三星 K4N56163QG 引脚定义

CK、$\overline{\text{CK}}$：时钟。CK 和$\overline{\text{CK}}$是差分时钟输入。CMD、ADD 输入在 CK 上升沿和/CK 下降沿交叉处采样。输出（读）数据在 CK 和$\overline{\text{CK}}$交叉点（两个不同交叉方向）引用。

CKE：时钟启用。CKE 为高电平启用内部时钟信号和设备的输入缓冲器和输出驱动器，为低电平停用内部时钟信号和设备的输入缓冲器和输出驱动器。

$\overline{\text{CS}}$：片选。当$\overline{\text{CS}}$记录为高电平时所有命令被屏蔽。在系统具有多个 Bank 时，$\overline{\text{CS}}$提供对外部 Bank 的选择。$\overline{\text{CS}}$也被认为是命令代码的一部分。

ODT：芯片内终结。ODT 置高开启内部终端电阻到 gDDR2 SDRAM。当启用时，在 x16 的配置时 ODT 仅用于 DQ、UDQS/$\overline{\text{UDQS}}$、LDQS、$\overline{\text{LDQS}}$、UDM 和 LDM 信号。如果编程禁用扩展模式寄存器（EMRS）ODT，ODT 引脚将被忽略。

$\overline{\text{RAS}}$、$\overline{\text{CAS}}$、$\overline{\text{WE}}$：命令输入。$\overline{\text{RAS}}$、$\overline{\text{CAS}}$和$\overline{\text{WE}}$（与$\overline{\text{CS}}$）定义为输入命令。

LDM、UDM：输入数据掩码。LDM、UDM 是一种写数据输入掩码信号。在写访问期间，LDM、UDM 为采样高与输入数据相关联，输入数据是被掩码了的。LDM、UDM 在 DQS 的两个边采样。虽然 LDM、UDM 引脚是只用于输入，但是 LDM、UDM 加载与 DQ 和 DQS 加载相匹配。UDM 控制高字节，LDM 控制低字节。

BA0～BA1：Bank 地址输入。BA0 和 BA1 定义哪个 Bank 被激活、读、写或者使用预充电命令。在 MRS 期间或者在 EMRS 周期，BA0 还决定是否访问模式寄存器或者扩展模式寄存器。

A0～A12：地址输入。对激活命令提供行地址、列地址及在相应 Bank 的存储器阵列中去找出一个对应读/写命令的自动预充电位。预充电命令期间采样 A10 来确定预充电是加到一个 Bank（A10 低）上，还是加到所有的 Bank（A10 高）上。

DQ：数据输入/输出。双向数据总线。

LDQS（$\overline{\text{LDQS}}$）、UDQS（$\overline{\text{UDQS}}$）：数据选通。输出读取数据，输入写入数据。边缘读取数据，中心写入数据。LDQS 对应于 DQ0～DQ7 上的数据，UDQS 对应于 DQ8～DQ15 的数据。数据选通 LDQS 和 UDQS 可用于单端模式或可选的互补配对信号。在读/写期间，LDQS 和 UDQS 为系统提供差分对信号。EMR（1）控制位启用或禁用所有补偿数据选通信号。

NC：空脚。

VDDQ：DQ 供电。1.8V±0.1V 对应-ZC25/2A，或者 2.0V±0.1V 对应-ZC20/22。

VSSQ：DQ 接地。

VDDL：DLL 供电。1.8V±0.1V 对应-ZC25/2A，或者 2.0V±0.1V 对应-ZC20/22。

VSSL：DLL 接地。

VDD：供电。1.8V±0.1V 对应-ZC25/2A，或者 2.0V±0.1V 对应-ZC20/22。

VSS：接地。

VREF：参考电压。

2.3.4 DDR3 显存

三星 DDR3 显存，容量 512Mb（64MB），位宽 32bit，速度 1.0ns（1000MHz）如图 2-23 所示。

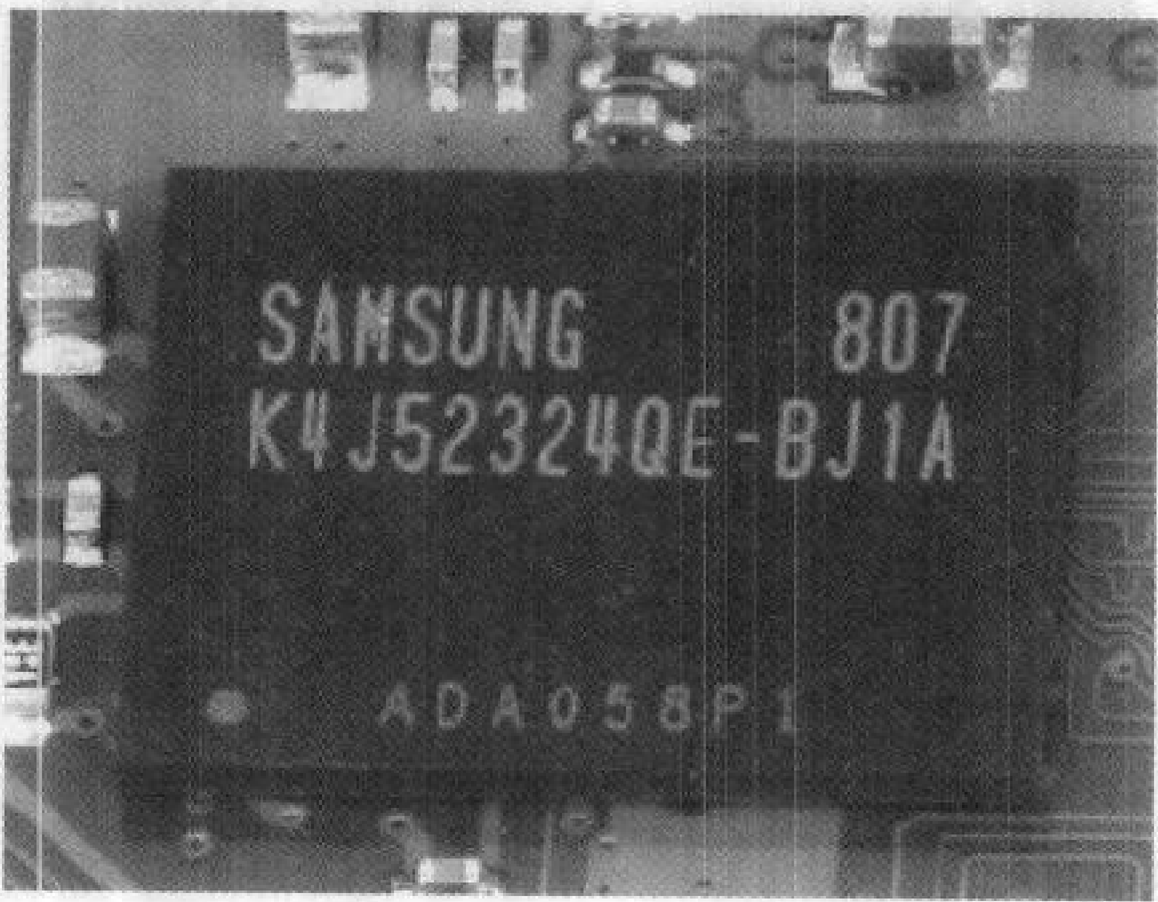


图 2-23 三星 DDR3 显存

1. DDR3 显存脚位定义

DDR3 显存脚位定义顶视图如图 2-24 所示。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	VDDQ	VDD	VSS	ZQ					MF	VSS	VDD	VDDQ
B	VSSQ	DQ0	DQ1	VSSQ					VSSQ	DQ9	DQ8	VSSQ
C	VDDQ	DQ2	DQ3	VDDQ					VDDQ	DQ11	DQ10	VDDQ
D	VSSQ	WDQS0	RDQS0	VSSQ					VSSQ	RDQS1	WDQS1	VSSQ
E	VDDQ	DQ4	DM0	VDDQ					VDDQ	DM1	DQ12	VDDQ
F	VDD	DQ6	DQ5	CAS#					CS#	DQ13	DQ14	VDD
G	VSS	VSSQ	DQ7	BA0					BA1	DQ15	VSSQ	VSS
H	VREF	A1	RAS#	CKE					WE#	BA2	A5	VREF
J	VSS	NC	RFU	VDDQ					VDDQ	CK#	CK	VSS
K	VDD	A10	A2	A0					A4	A6	A8/AP	VDD
L	VSS	VSSQ	DQ25	A11					A7	DQ17	VSSQ	VSS
M	VDD	DQ24	DQ27	A3					A9	DQ19	DQ16	VDD
N	VDDQ	DQ26	DM3	VDDQ					VDDQ	DM2	DQ18	VDDQ
P	VSSQ	WDQS3	RDQS3	VSSQ					VSSQ	RDQS2	WDQS2	VSSQ
R	VDDQ	DQ28	DQ29	VDDQ					VDDQ	DQ21	DQ20	VDDQ
T	VSSQ	DQ30	DQ31	VSSQ					VSSQ	DQ23	DQ22	VSSQ
U	VDDQ	VDD	VSS	SEN					RES	VSS	VDD	VDDQ

图 2-24 DDR3 显存脚位定义顶视图

2. DDR3 显存焊盘实物图

DDR3 显存焊盘实物如图 2-25 所示。

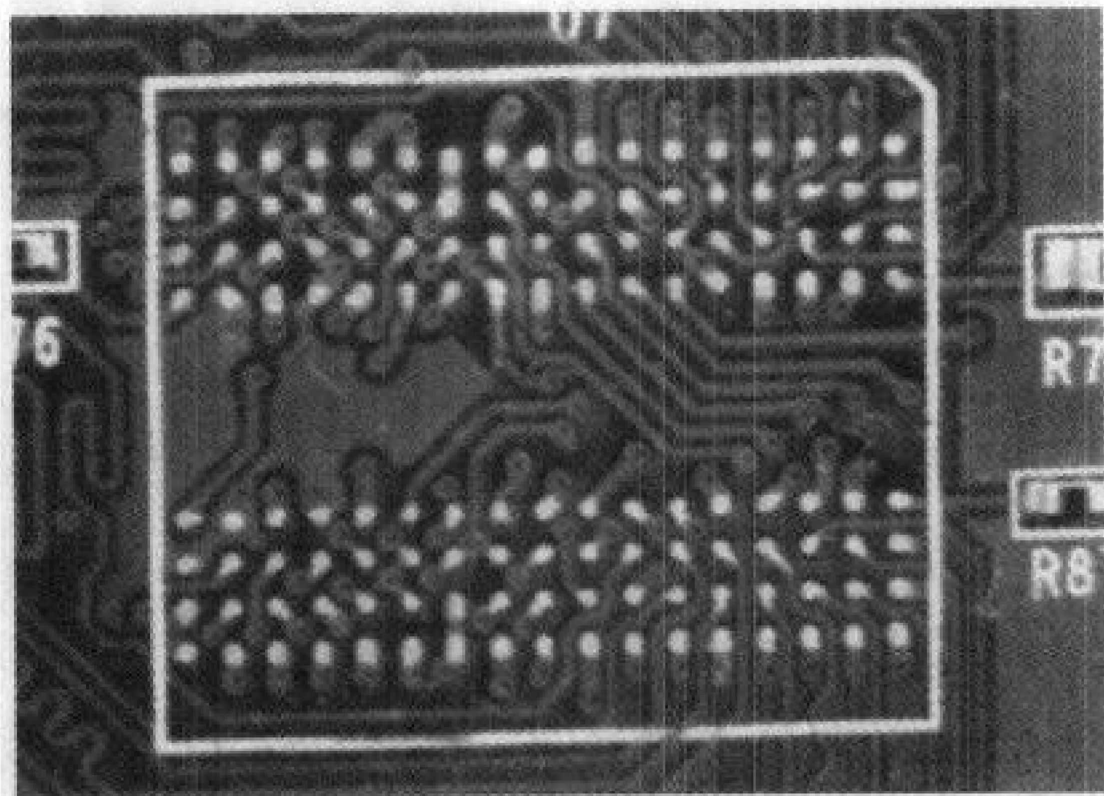


图 2-25 DDR3 显存焊盘实物

3. DDR3 引脚说明

CK、CK#：时钟。CK 和 CK#是差分时钟输入。所有地址和控制输入信号都在 CK 上升沿和 CK#下降沿交叉处采样。

CKE：时钟启用。CKE 为高电平启用内部时钟信号和设备的输入缓冲器和输出驱动器，为低电平停用内部时钟信号及设备的输入缓冲器和输出驱动器。

CS#：片选。CS#启用（记录为高）和禁用（记录为低）命令解码器。当 CS#记录为高电平时，所有命令被加掩码。在系统具有多个 Bank 时，CS#提供对外部 Bank 的选择。CS#也被认为是命令代码的一部分。

RAS#、CAS#、WE#：命令输入。RAS#、CAS#和 WE#（与 CS#）定义为输入命令。

DM0～DM3：输入数据掩码。DM 是一种写数据输入掩码信号。在写访问期间，同时 DM 为高采样，输入数据被隐蔽。DM 在 WDQS 的上升沿和下降沿采样。

BA0～BA2：Bank 地址输入。BA0～BA2 定义为哪个 Bank 被激活、读、写或者使用预充电命令。

A0～A11：地址输入。

DQ0～DQ31：数据输入/输出。

RDQS0～RDQS3：读数据选通。RDQS 和读数据是边沿对齐的。

WDQS0～WDQS3：写数据选通。WDQS 和读数据是中心对齐的。

SEN：扫描启用引脚。逻辑高启用扫描模式。不使用时应该接地。该引脚为 CMOS 输入。

NC/RFU：空脚。

VDDQ、DQ：供电，+1.8V。

VSSQ：DQ 接地。在核心上隔离以便改进噪声性能。

VDD：供电，+1.8V。

VSS：接地。



VREF：参考电压。

MF：翻盖安装 DRAM 的镜像功能。

ZQ：自动校准的外部基准引脚。它应该连接到 RQ（=240Ω）。

RES：复位脚。该引脚为 VDD CMOS 输入。

2.4 BIOS 电路

显卡 BIOS 程序烧录在一个 8 脚 EEPROM 芯片内，芯片型号通常为 25 系列。常见容量为 512Kb（64KB），实物图如图 2-26 所示。此芯片工作在 SPI 总线。

SPI BIOS 引脚定义如图 2-27 所示。

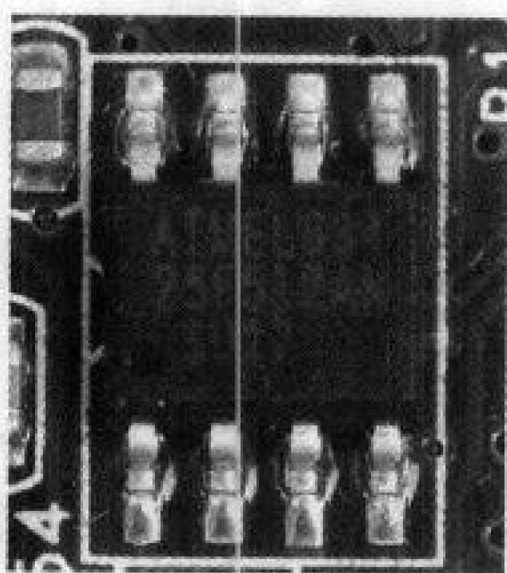


图 2-26　8 脚 EEPROM 芯片实物图

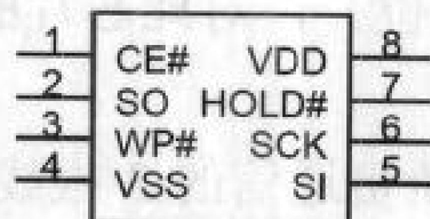


图 2-27　SPI BIOS 引脚定义

EEPROM 与 GPU 通信使用 SPI 总线（见图 2-28）。SPI 是英文 Serial Peripheral Interface 的缩写，中文意思是串行外围设备接口。SPI 是 Motorola 首先在其 MC68HCXX 系列处理器上定义的。SPI 接口主要应用在 EEPROM、Flash、实时时钟、AD 转换器，还有数字信号处理器和数字信号解码器之间。SPI 是一种高速、全双工、同步的通信总线，并且在芯片的引脚上只占用四根线，节约了芯片的引脚，同时为 PCB 的布局上节省空间，提供方便。正是出于这种简单易用的特性，现在越来越多的芯片集成了这种通信协议，如 AT91RM9200。

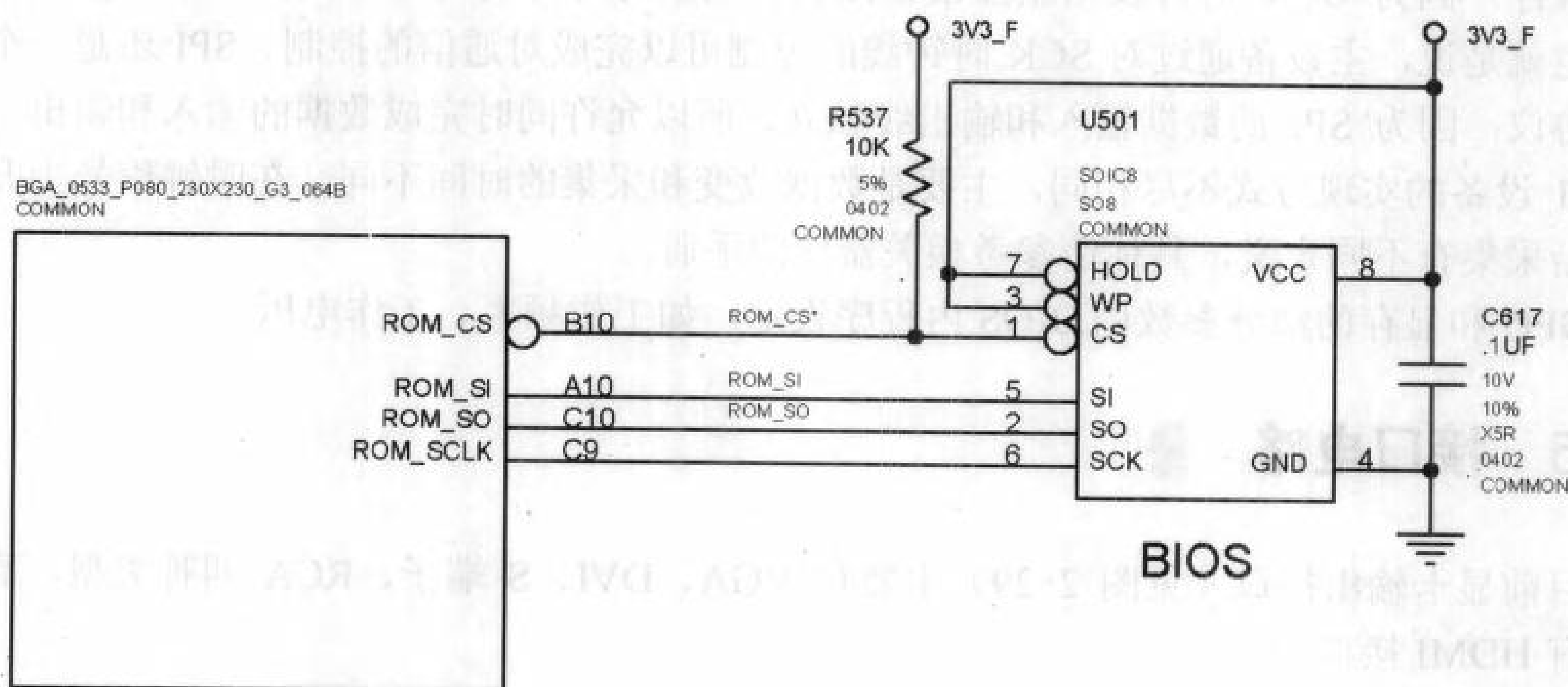


图 2-28　BIOS 与 GPU 间电路图

SPI 总线系统是一种同步串行外设接口，它可以使 MCU 与各种外围设备以串行方式进行通信以交换信息。外围设置 Flash RAM、网络控制器、LCD 显示驱动器、AD 转换器和 MCU 等。SPI 总线系统可直接与各个厂家生产的多种标准外围器件直接接口，该接口一般使用 4 条线：串行时钟线（SCK）、主机输入/从机输出数据线（MISO）、主机输出/从机输入数据线（MOSI）和低电平有效的从机选择线（SS）（有的 SPI 接口芯片带有中断信号线 INT 或 INT，有的 SPI 接口芯片没有主机输出/从机输入数据线）。

SPI 的通信原理很简单，它以主从方式工作。这种模式通常有一个主设备和一个或多个从设备，需要至少 4 根线，事实上 3 根也可以（单向传输时）。这 4 根线也是所有基于 SPI 的设备共有的，它们是 SDI（数据输入）、SDO（数据输出）、SCK（时钟）、CS（片选）。

（1）SDO：主设备数据输出，从设备数据输入。

（2）SDI：主设备数据输入，从设备数据输出。

（3）SCLK：时钟信号，由主设备产生。

（4）CS：从设备使能信号，由主设备控制。

其中，CS 是控制芯片是否被选中的，也就是说只有片选信号为预先规定的使能信号时（高电位或低电位），对此芯片的操作才有效。这就使在同一总线上连接多个 SPI 设备成为可能。

接下来就负责通信的 3 根线了。通信是通过数据交换完成的，这里先要知道 SPI 是串行通信协议，也就是说数据是一位一位地传输的。这就是 SCK 时钟线存在的原因，由 SCK 提供时钟脉冲，SDI、SDO 则基于此脉冲完成数据传输。数据输出通过 SDO 线，数据在时钟上升沿或下降沿时改变，在紧接着的下降沿或上升沿被读取，完成一位数据传输。输入也使用同样原理。这样，在至少 8 次时钟信号的改变（上升沿和下降沿为一次），就可以完成 8 位数据的传输。

要注意的是，SCK 信号线只由主设备控制，从设备不能控制该信号线。同样，在一个基于 SPI 的设备中，至少有一个主控设备。这样的传输方式有一个优点，与普通的串行通信不同，普通的串行通信一次连续传送至少 8 位数据，而 SPI 允许数据一位一位地传送，甚至允许暂停，因为 SCK 时钟线由主控设备控制，当没有时钟跳变时，从设备不采集或传送数据。也就是说，主设备通过对 SCK 时钟线的控制可以完成对通信的控制。SPI 还是一个数据交换协议：因为 SPI 的数据输入和输出线独立，所以允许同时完成数据的输入和输出。不同的 SPI 设备的实现方式不尽相同，主要是数据改变和采集的时间不同，在时钟信号上升沿或下降沿采集有不同定义，具体请参考相关器件的手册。

GPU 和显存的部分参数由 BIOS 内程序设定，如工作频率、工作电压。

2.5 接口电路

目前显卡输出接口（见图 2-29）主要有 VGA、DVI、S 端子、RCA 四种类型，高端显卡还有 HDMI 接口。

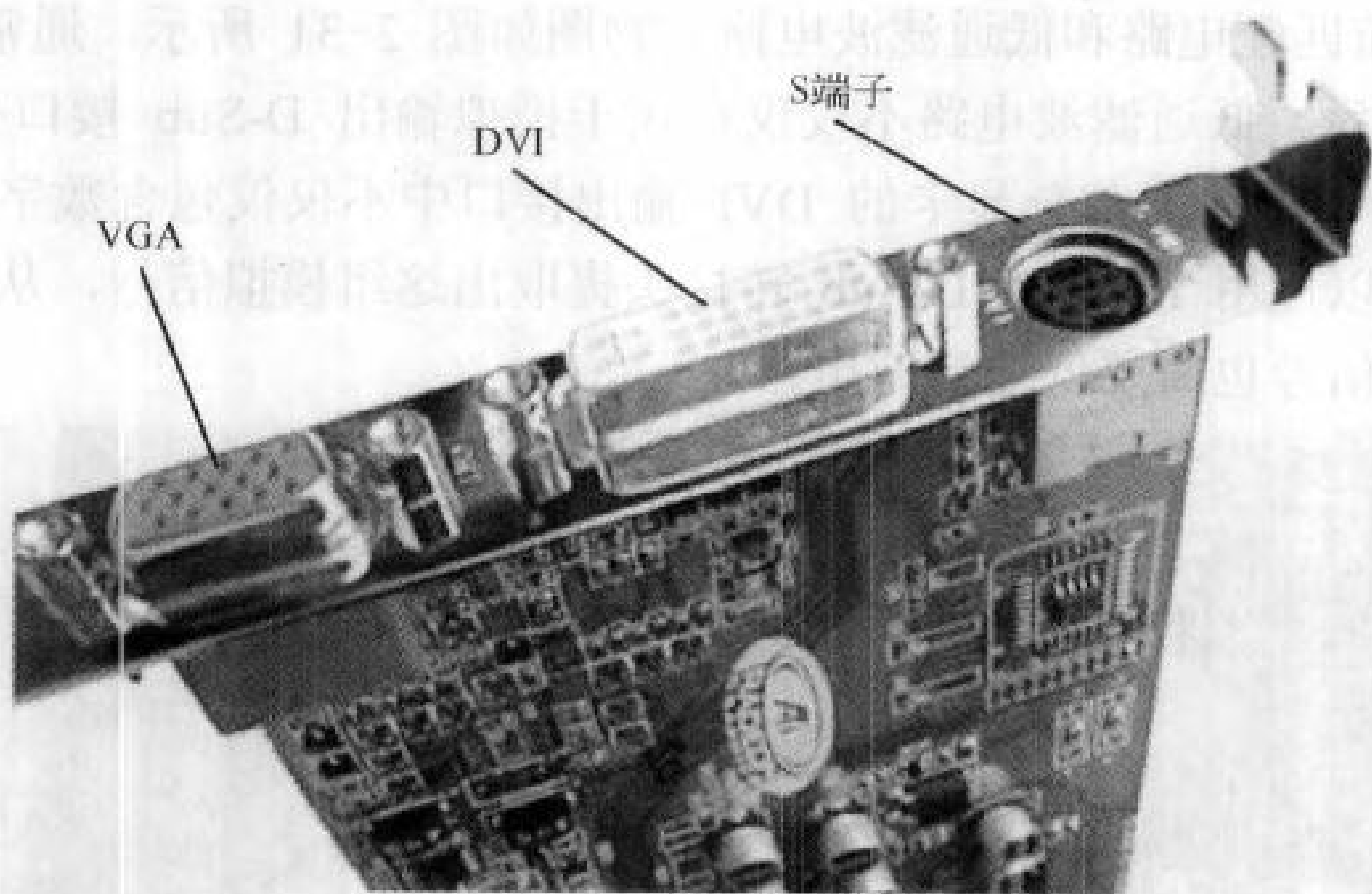


图 2-29　显卡各种输出接口

2.5.1　VGA 接口

CRT 显示器因为设计制造上的原因，只能接受模拟信号输入，这就需要显卡能输出模拟信号。VGA（Video Graphics Array，视频图形阵列）接口，也叫 D-Sub 接口，作用是将转换好的模拟信号输出到 CRT 或者 LCD 显示器中。虽然液晶显示器可以直接接收数字信号，但很多低端产品为了与 VGA 接口显卡相匹配，因而采用 VGA 接口。VGA 接口是一种 D 型接口，上面共有 15 针空，分成三排，每排五个。VGA 接口是显卡上应用最为广泛的接口类型，绝大多数显卡都带有这种输出接口。VGA 接头实物图如图 2-30 所示。

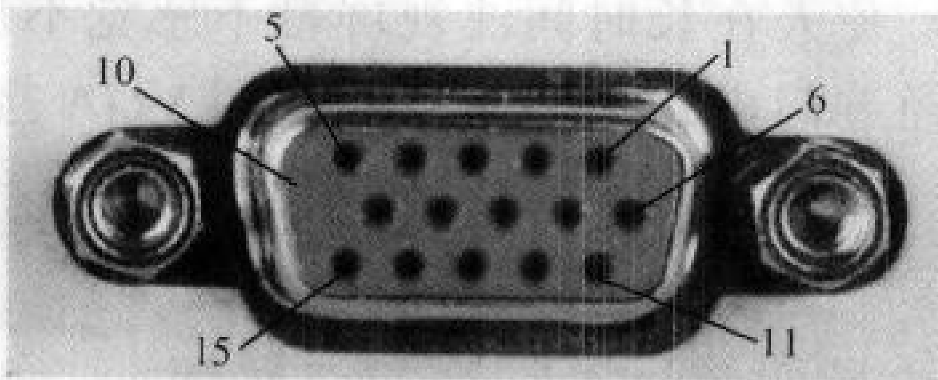


图 2-30　VGA 接头实物图

VGA 接口针脚定义见表 2-1。

表 2-1　VGA 接口针脚定义

针 脚 号	定 义	针 脚 号	定 义
1	红基色	9	保留脚位
2	绿基色	10	数字地
3	蓝基色	11	地址码
4	地址码	12	地址码
5	自测试	13	行同步
6	红地	14	场同步
7	绿地	15	地址码
8	蓝地		

VGA 电路阻抗匹配电路和低通滤波电路实物图如图 2-31 所示，通常该电路位于 VGA 模拟输出接口的背后。低通滤波电路不仅仅存在于模拟输出 D-Sub 接口处，在 S-Video 和 DVI 背后一般也会存在。大部分显卡的 DVI 输出接口中不仅仅包含数字信号，还会包含有一组模拟信号，可以使用 DVI 转 D-Sub 转接头提取出这组模拟信号，从而实现双模拟显示器支持，这组模拟信号也需要低通滤波电路。

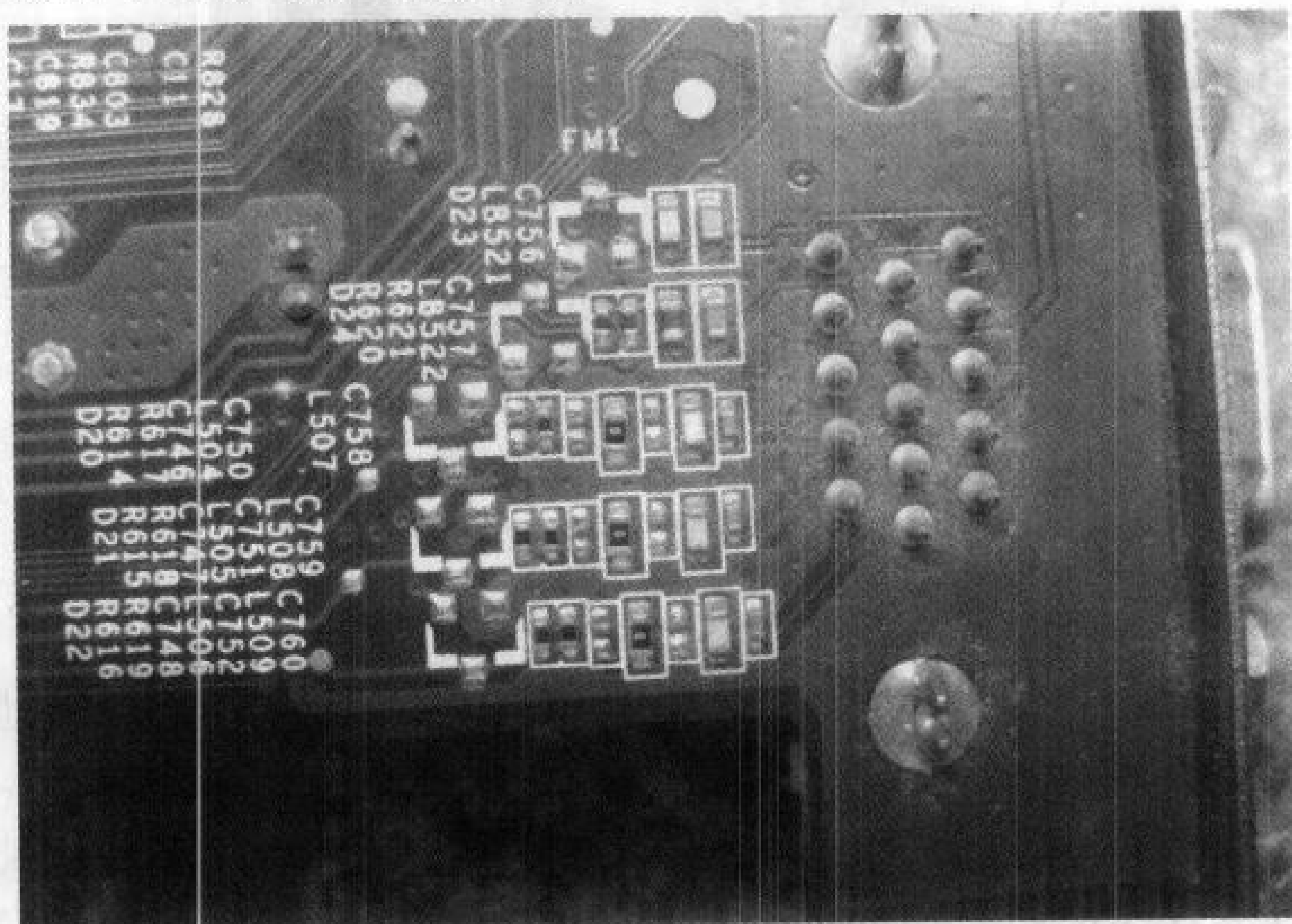


图 2-31　阻抗匹配和低通滤波电路实物图

完整的低通滤波电路，能保证显卡在大分辨率下仍能保持比较清晰，另外能保证色彩的色泽和文本的锐度，使人在长时间注视屏幕下感觉不疲劳。

显卡的行场同步信号经过门电路（74HCT08）到 VGA 接口（见图 2-32）。

图 2-32　14 脚的门电路 74HCT08

VGA 接口电路图如图 2-33 所示。

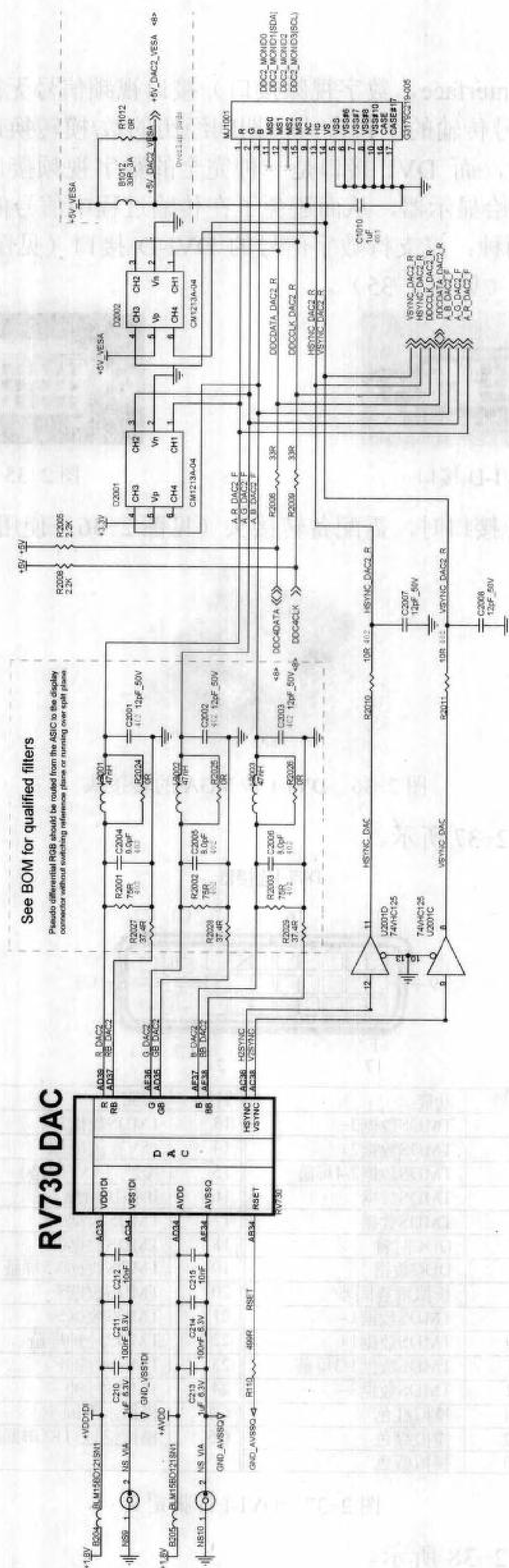


图 2-33 VGA 接口电路图

2.5.2　DVI 接口

DVI（Digital Visual Interface，数字视频接口）接口视频信号无需转换，信号无衰减或失真。VGA 是基于模拟信号传输的工作方式，期间经历的数/模转换过程和模拟传输过程必将带来一定程度的信号损失，而 DVI 接口是一种完全的数字视频接口，它可以将显卡产生的数字信号原封不动地传输给显示器，从而避免了在传输过程中信号的损失。

DVI 接口可以分为两种：仅支持数字信号的 DVI-D 接口（见图 2-34）和同时支持数字和模拟信号的 DVI-I 接口（见图 2-35）。

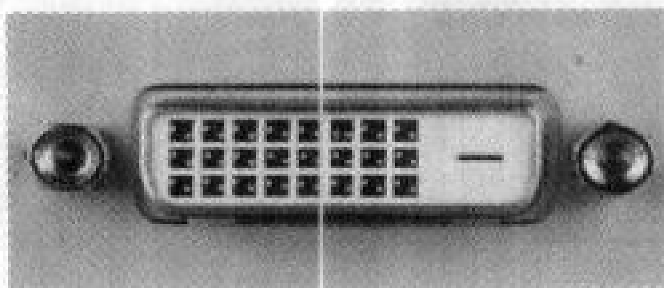


图 2-34　DVI-D 接口

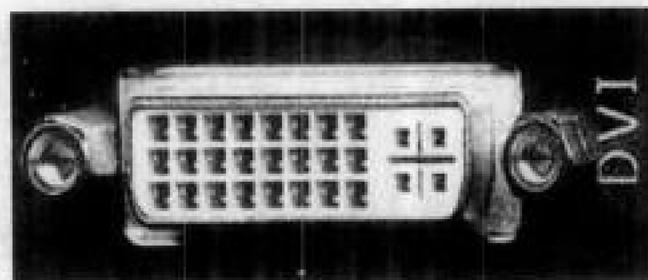


图 2-35　DVI-I 接口

对于显示器设有 DVI 接口时，需配备转接头（见图 2-36）使用。

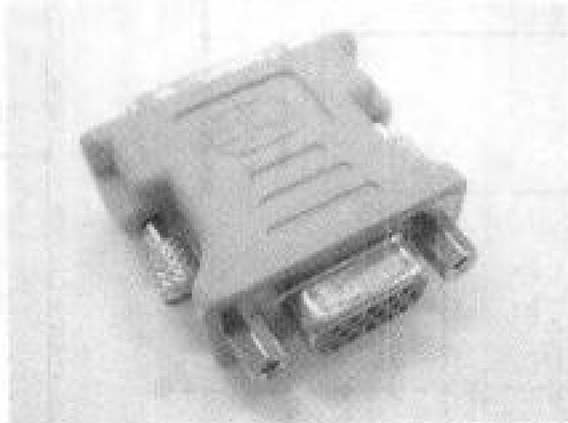
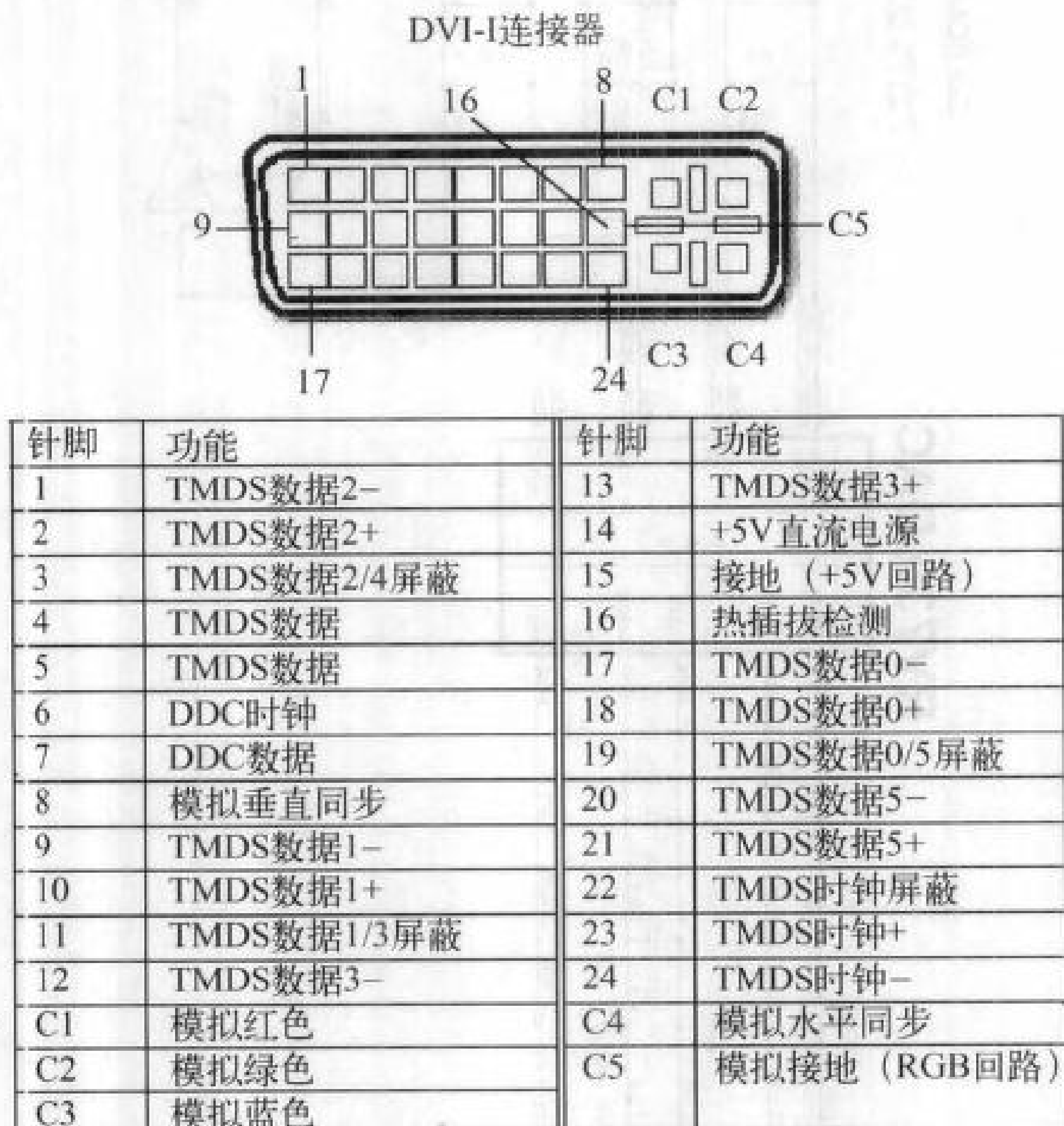


图 2-36　DVI-I 转 VGA 的转接头

DVI-I 针脚定义如图 2-37 所示。



针脚	功能	针脚	功能
1	TMDS数据2-	13	TMDS数据3+
2	TMDS数据2+	14	+5V直流电源
3	TMDS数据2/4屏蔽	15	接地（+5V回路）
4	TMDS数据	16	热插拔检测
5	TMDS数据	17	TMDS数据0-
6	DDC时钟	18	TMDS数据0+
7	DDC数据	19	TMDS数据0/5屏蔽
8	模拟垂直同步	20	TMDS数据5-
9	TMDS数据1-	21	TMDS数据5+
10	TMDS数据1+	22	TMDS时钟屏蔽
11	TMDS数据1/3屏蔽	23	TMDS时钟+
12	TMDS数据3-	24	TMDS时钟-
C1	模拟红色	C4	模拟水平同步
C2	模拟绿色	C5	模拟接地（RGB回路）
C3	模拟蓝色		

图 2-37　DVI-I 针脚定义

DVI 接口电路如图 2-38 所示。

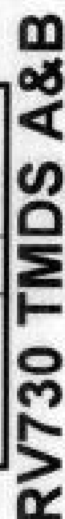


图2-38 DVI接口电路

2.5.3 S 端子

S 端子（见图 2-39）也就是 Separate Video，而“Separate”的中文意思就是“分离”。它是在 AV 界面的基础上将色度信号 C 和亮度信号 Y 进行分离，再分别以不同的通道进行传输，减少影像传输过程中的“分离”、“合成”的过程，减少转化过程中的损失，以得到最佳的显示效果。



图 2-39　S 端子和 RCA 接口

S-Video 电路图如图 2-40 所示。

2.5.4 RCA 接口

RCA 接口（见图 2-39）是一种复合视频接口结构，但由于传输的仍然是一种亮度/色度（Y/C）混合的视频信号，仍然需要显示设备对其进行度/色分离和色度译码才能成像。这种先混合再分离的过程必然会造成色彩信号的损失，色度信号和亮度信号也会有很大的机会相互干扰，从而影响最终输出的图像质量。

2.5.5 HDMI

HDMI（High Definition Multimedia Interface，高清晰多媒体接口）能高品质地传输未经压缩的高清视频和多声道音频数据，最高数据传输速度为 5Gb/s，同时无需在信号传送前进行数模或者模数转换，可以保证最高质量的影音信号传送。

HDMI 不仅可以满足目前最高画质 1080P 的分辨率，还能支持 DVD Audio 等最先进的数字音频格式，支持 8 声道 96kHz 或立体声 192kHz 数码音频传送，而且只用一条 HDMI 线连接，免除数字音频接线。

不过，nVIDIA 的 GPU 并没有集成音频处理单元，所以各个 HDMI 显卡厂商都在显卡上设置音频输入接口，使用前要手动连接一下主板和显卡之前的数据线。而 ATi 的 GPU 则没有这种问题。

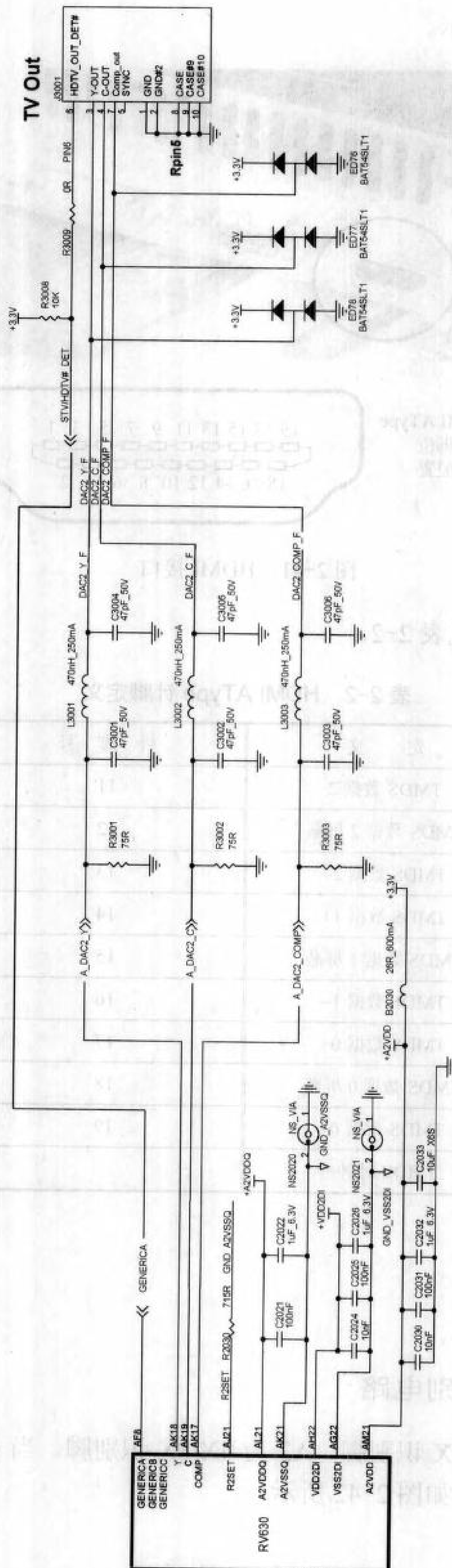


图 2-40 S-Video 电路图

HDMI 接口如图 2-41 所示。

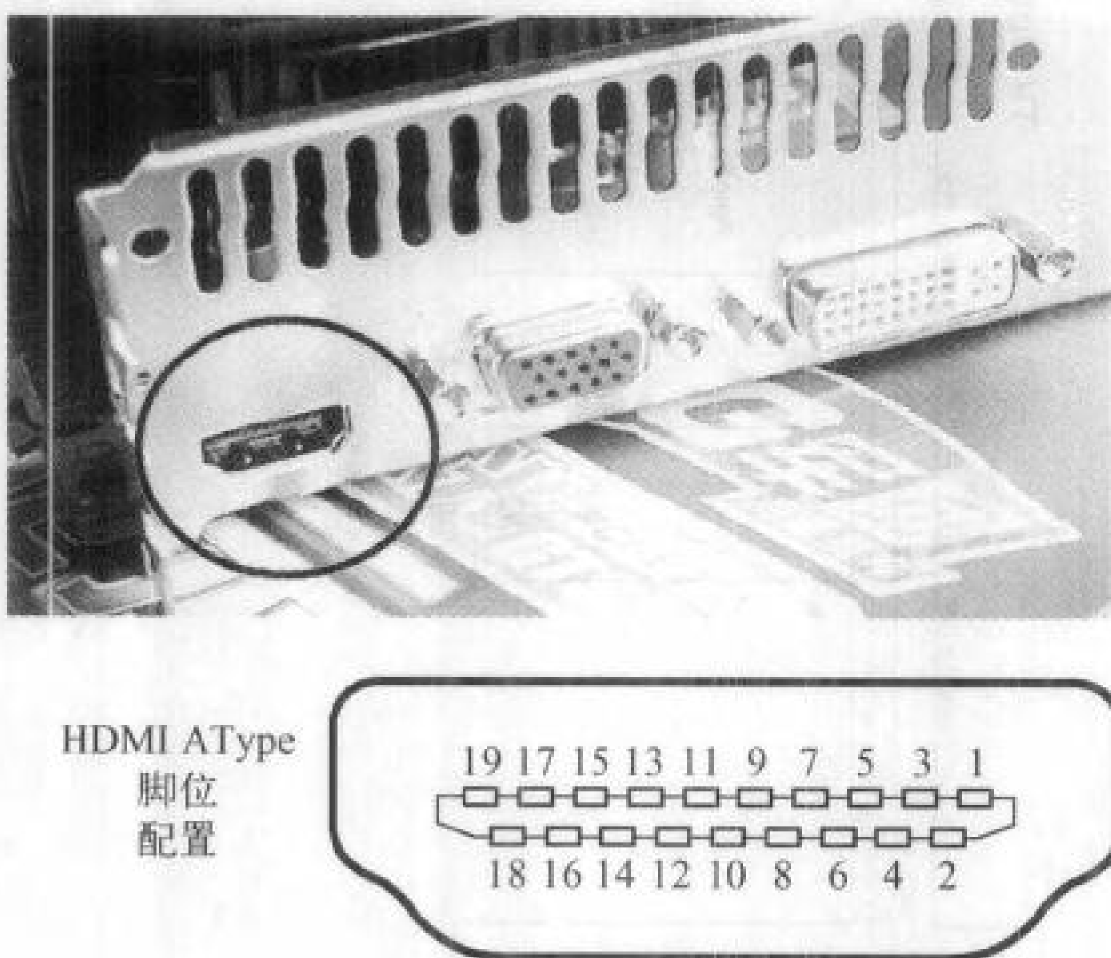


图 2-41　HDMI 接口

HDMI AType 针脚定义见表 2-2。

表 2-2　HDMI AType 针脚定义

针　脚　号	定　义	针　脚　号	定　义
1	TMDS 数据 2	11	TMDS 时钟屏蔽
2	TMDS 数据 2 屏蔽	12	TMDS 时钟–
3	TMDS 数据 2–	13	CEC 一种简单的控制总线
4	TMDS 数据 1+	14	保留脚位
5	TMDS 数据 1 屏蔽	15	串行时钟
6	TMDS 数据 1–	16	串行数据
7	TMDS 数据 0+	17	DDC/CEC 地
8	TMDS 数据 0 屏蔽	18	+5V 电源
9	TMDS 数据 0–	19	热插拔检测
10	TMDS 时钟+		

2.6 其他电路

2.6.1 AGP 显卡识别电路

AGP 显卡 A2 脚为 2X/4X 识别脚，A3 为 4X/8X 识别脚。当 A2 接地时，为 4X；当 A3 接地时，为 8X。相关电路图如图 2-42 所示。

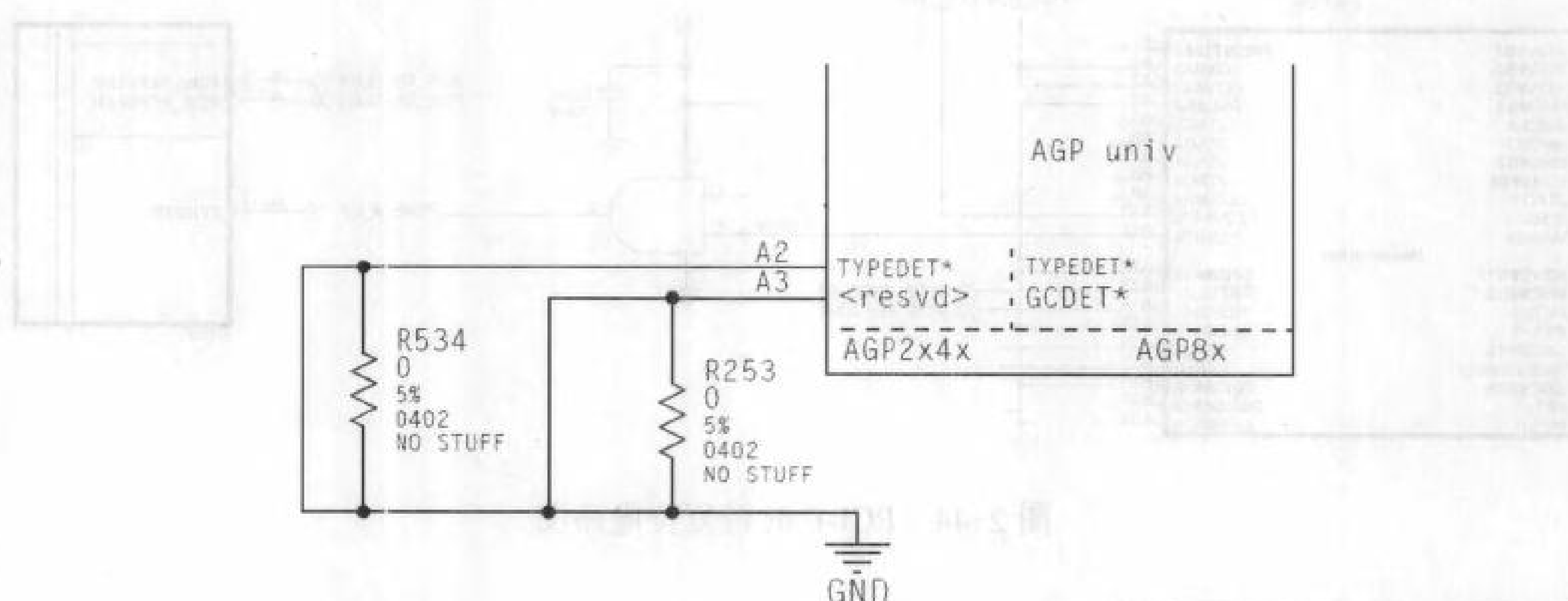


图 2-42　AGP 显卡识别相关电路图

2.6.2　PCI-E 总线时钟复位电路

PCI-E 显卡的总线时钟、复位电路实物图如图 2-43 所示。PCI-E 显卡金手指 A13、A14 脚连接主板插槽两个 PCI-E 总线时钟信号，此信号直接进 GPU。金手指 A11 脚连接复位信号，进入与门 U5 的 2 脚，U5 的 1 脚连接 3.3V 供电，从 4 脚输出进入 GPU（见图 2-44）。根据与门逻辑关系当 2 脚为高电平时，1 脚为 3.3V，所以 4 脚也会为高电平；当 2 脚为低电平复位信号有效时，1 脚虽然为 3.3V，但 4 脚同样为低电平，以此完成复位动作。

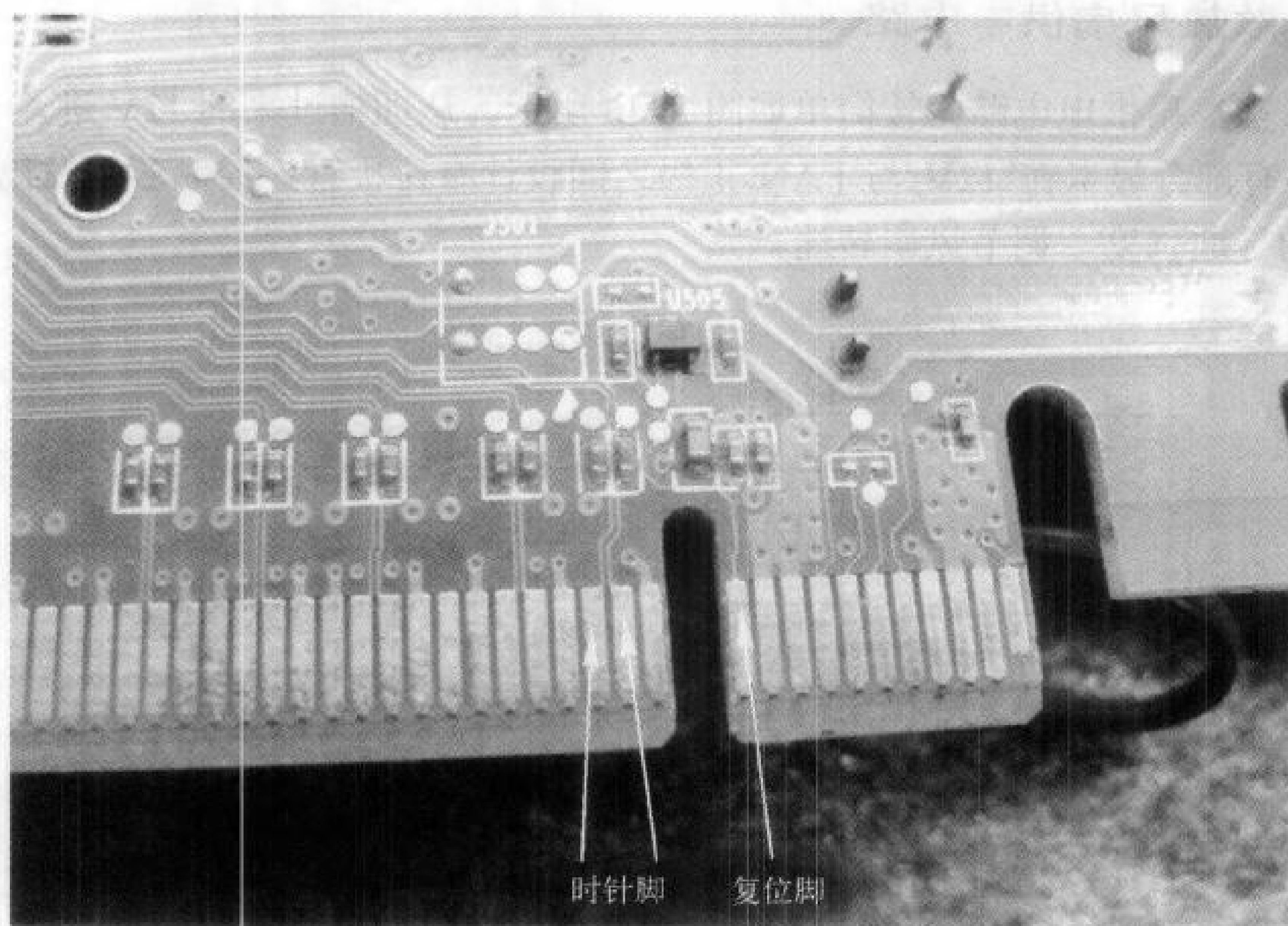
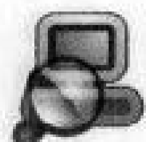


图 2-43　PCI-E 显卡的总线时钟、复位电路实物图



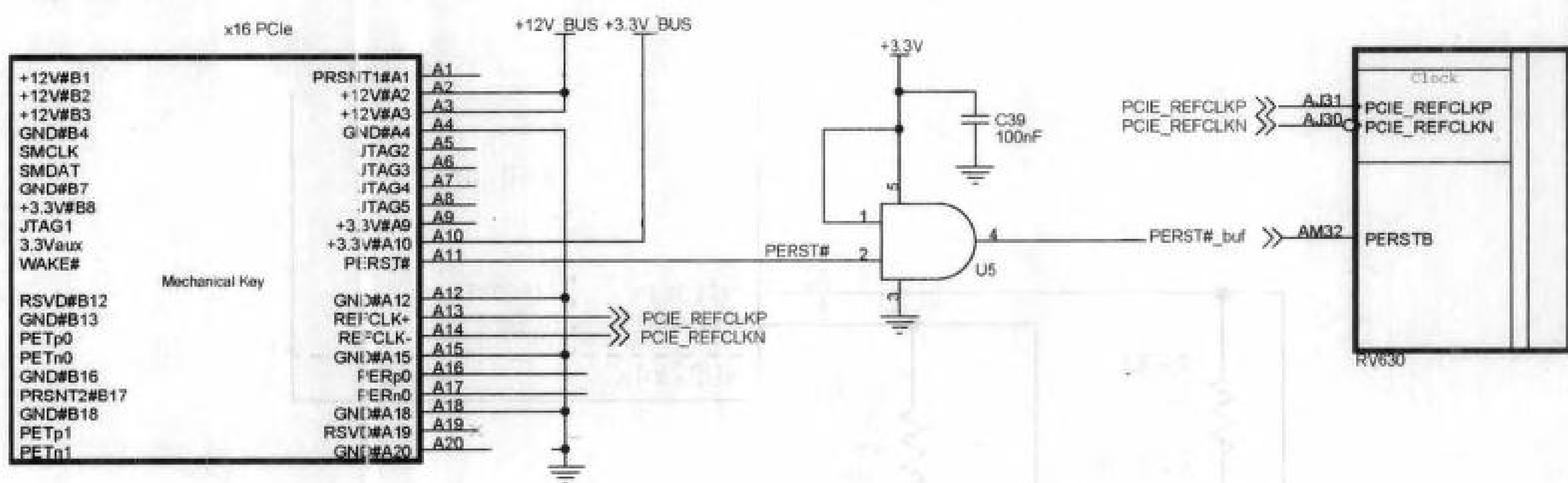


图 2-44 PCI-E 时钟复位电路图

2.6.3 显卡晶振电路

显卡有一个 27MHz 晶振，提供时钟信号，电路比较简单，如图 2-45 所示。EY82 为晶振，C86、C85 为谐振电容。（图中 EY82 的标注“27_MHZ”按照标准标注为“27MHz”更正确，但为了与原图一致，便于读者查阅，本书不再改。全书还有一些类似图形，不再一一说明。）

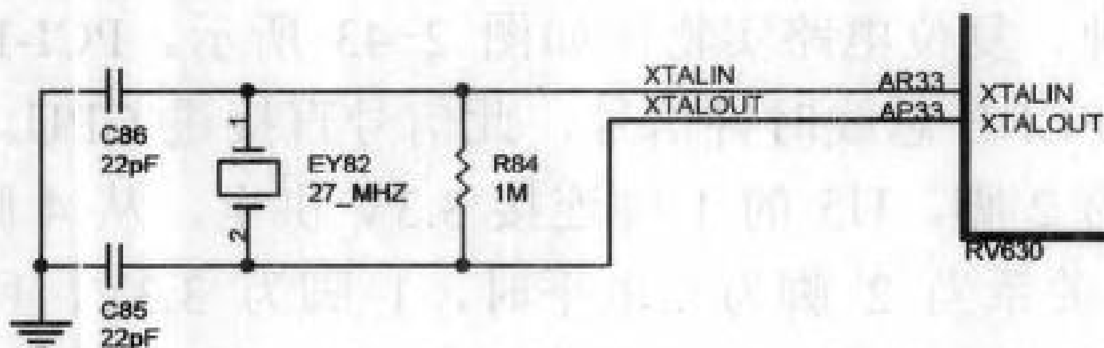


图 2-45 27MHz 晶振电路图

2.6.4 散热风扇供电电路

显卡的散热风扇供电电路比较简单如图 2-46 所示。从插槽过来的 12V 进入 FAN 1 脚，2 脚接地。另有部分显卡在 12V 与 FAN 正极之间设计有三极管，控制芯片发出 PWM 信号控制三极管的导通强度，调节风扇转速。

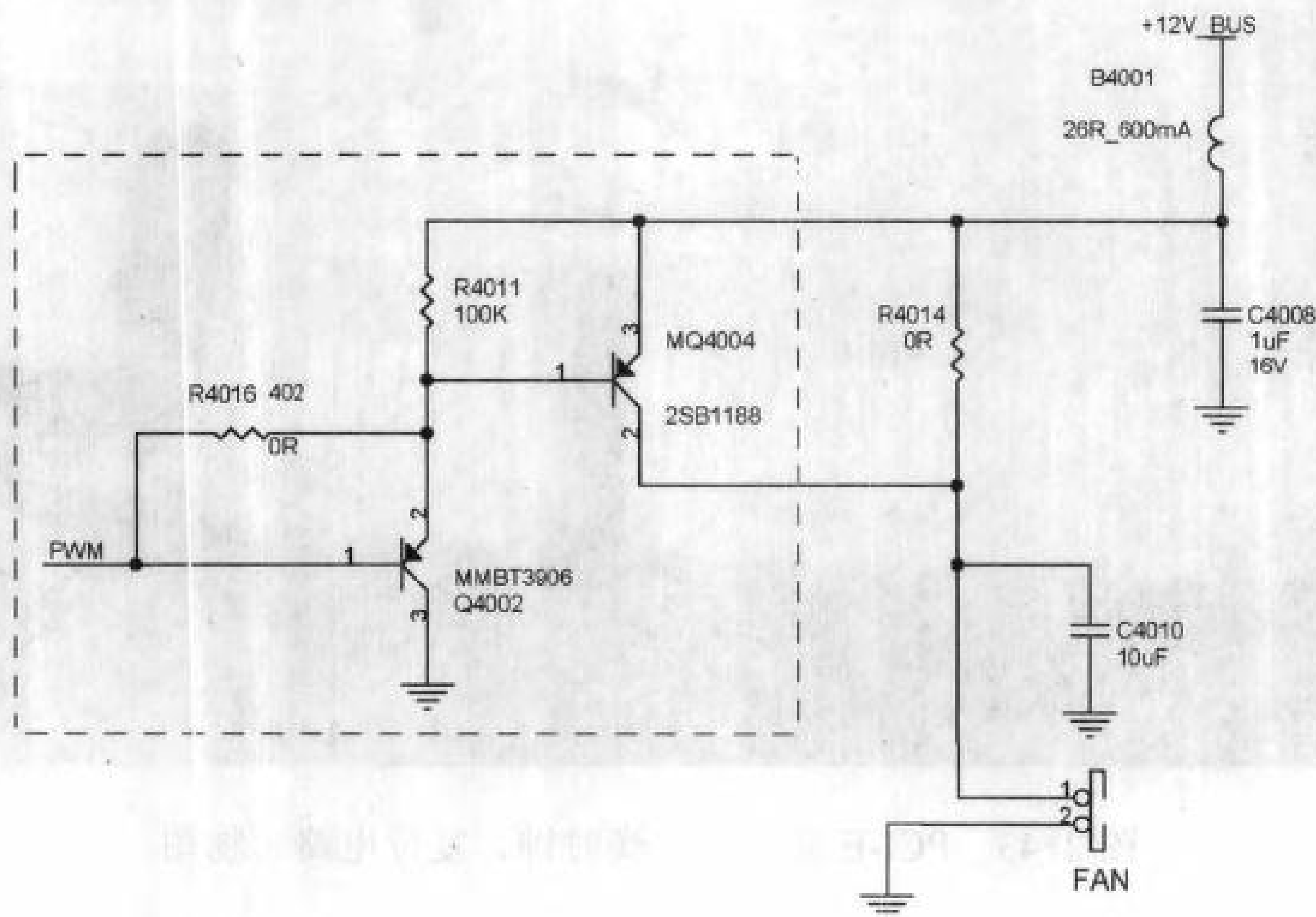


图 2-46 风扇接口电路图

第 3 章

显卡维修工具和方法

◎ 维修工具

◎ 维修方法

◎ 无显示的检修

◎ 花屏的检修

◎ 其他故障检修

◎ 显卡 BIOS 刷写

对于显卡所发生的各种故障来说，其检查、维修的方法和步骤，基本上都是相同的。显卡的故障多种多样。排除兼容性问题，将故障类型做简单归纳，显卡的故障主要可分为四大类型：

- 明显的外观性故障
- 无显示
- 花屏
- 缺色、黑屏等其他故障

不管是哪种故障，都必须遵循一定的维修流程：先外观检查，然后上机测试一下，确定故障是否跟客户描述的一致（故障重现）。这一点很重要，如果客户送修花屏的显卡，维修人员看到明显的爆电容，忽略了故障重现的步骤，鲁莽地更换电容后出现不显示的情况，对后续的维修以及跟客户的沟通都非常不利。

在确定好故障现象后，就可以根据各故障现象的检修方法进行维修了。检测和维修显卡，需要用到一些常用设备，本章主要介绍显卡维修需要的工具、显卡的维修方法及常见故障的维修思路。

3.1 维修工具

显卡维修需要的工具和软件大概有如下几种。

- 热风焊台
- 恒温烙铁
- 万用表
- 示波器
- BGA 拆焊机
- PCI 显卡
- 主板两块
- 硬盘一块
- 测试软件

3.1.1 热风枪

热风枪也称为热风焊台，是通过热空气加热焊锡来实现焊接功能的。安泰信 852D 数显热风枪如图 3-1 所示，黑盒子里面是一个气泵，气泵的作用是不间断地吹出空气，气流顺着橡皮管流向前面的手柄，手柄里面是发热芯，通电后会发热，里面的气流顺着风嘴出来时就会把热量带出来。

每个热风枪都会配有多个风嘴，显卡维修常用的是圆孔风嘴。前面板有 1 个电源开关、1 个温度显示屏和两个旋钮：左边旋钮负责调节风速；右边旋钮负责调节温度。



注意

使用之前必须检查机身底部的泵螺丝是否去除，使用后要记得冷却机身。关电后发热管

会自动短暂喷出凉气冷却，这时请不要拔去电源插头，否则会影响发热芯的使用寿命。显卡维修时可以根据个人熟练程度调节风速，注意不要吹飞零件；温度一般调节至370～400℃比较合适。工作时风枪的风嘴和它喷吹的热风温度很高，切勿触摸。替换风嘴时，要等它冷却后才可操作。更多的使用方法和注意事项参照热风枪的使用说明书。



图3-1　安泰信852D数显热风枪

3.1.2　恒温烙铁

安泰信936恒温烙铁如图3-2所示。电源开关在主机右侧，正面为手柄连接和温度调节旋钮，其中刻度圈金色代表摄氏度（℃）。右边为烙铁架用来放置手柄和擦拭烙铁头用的海绵。常用的烙铁头有刀头、尖头、马蹄头等。

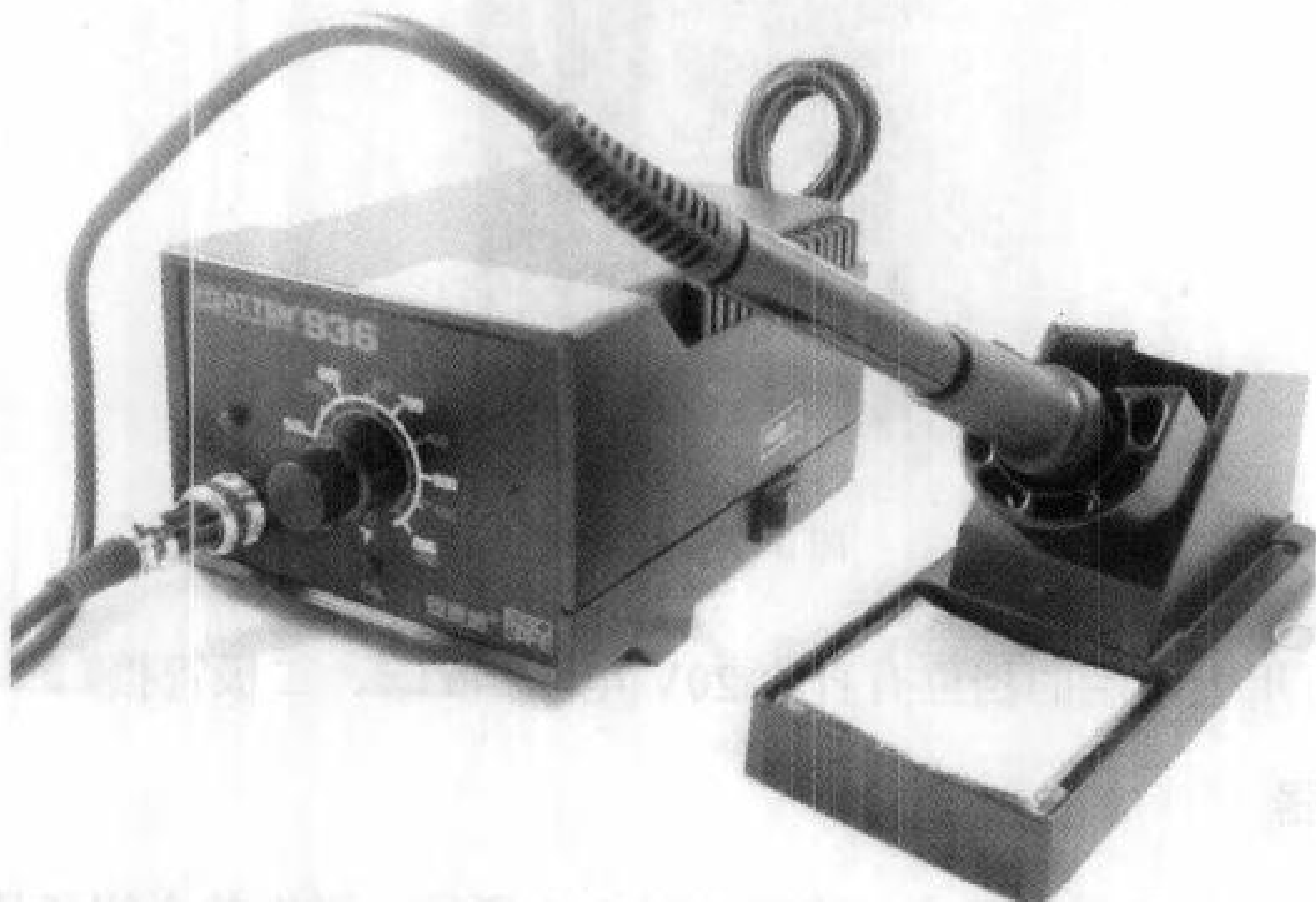
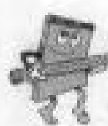


图3-2　安泰信936恒温烙铁


注意

（1）海绵要充分湿水，以拿起来不向下滴水为准。

（2）烙铁第一次使用，加温时先将温度设为 200℃左右进行预热，当温度达到 200℃后，再将温度设为要使用的温度。显卡维修中，一般设置为 370～400℃。

（3）使用后，要将烙铁头加上锡，轻轻放在烙铁架上，可以有效保护烙铁头不被氧化，延长烙铁的使用寿命。

（4）烙铁头不要接触到塑料、润滑油、橡胶等化合物。使用的锡丝也要有一定的纯度。当烙铁头脏时，只能在海绵上快速擦拭，不可长时间放置于湿水的海绵上。

（5）烙铁头切记不能敲。手柄中的发热芯很容易因为敲击而碎裂，导致烙铁不发热。

3.1.3　万用表

万用表是电子、电机行业者所必需的仪器，如图 3-3 所示。它主要用来测量电学上的三大要素——电压、电阻、电流，还可以用来测量晶体管、二极管。价格高的万用表可以测量温度、分贝值、频率等。万用表所使用的电压单位是伏特（Volt，V）；电阻单位是欧姆（Ohm，Ω），电流单位是毫安（milli-Ampere，mA）。更多内容请参照具体的产品说明书。



图 3-3　万用表

显卡维修中，万用表常用的挡位有直流 20V 电压挡、二极管挡、蜂鸣挡。

3.1.4　示波器

安泰信 1102C 100M 彩色便携式示波器如图 3-4 所示。详细的介绍和使用方法见迅维网示波器板块。

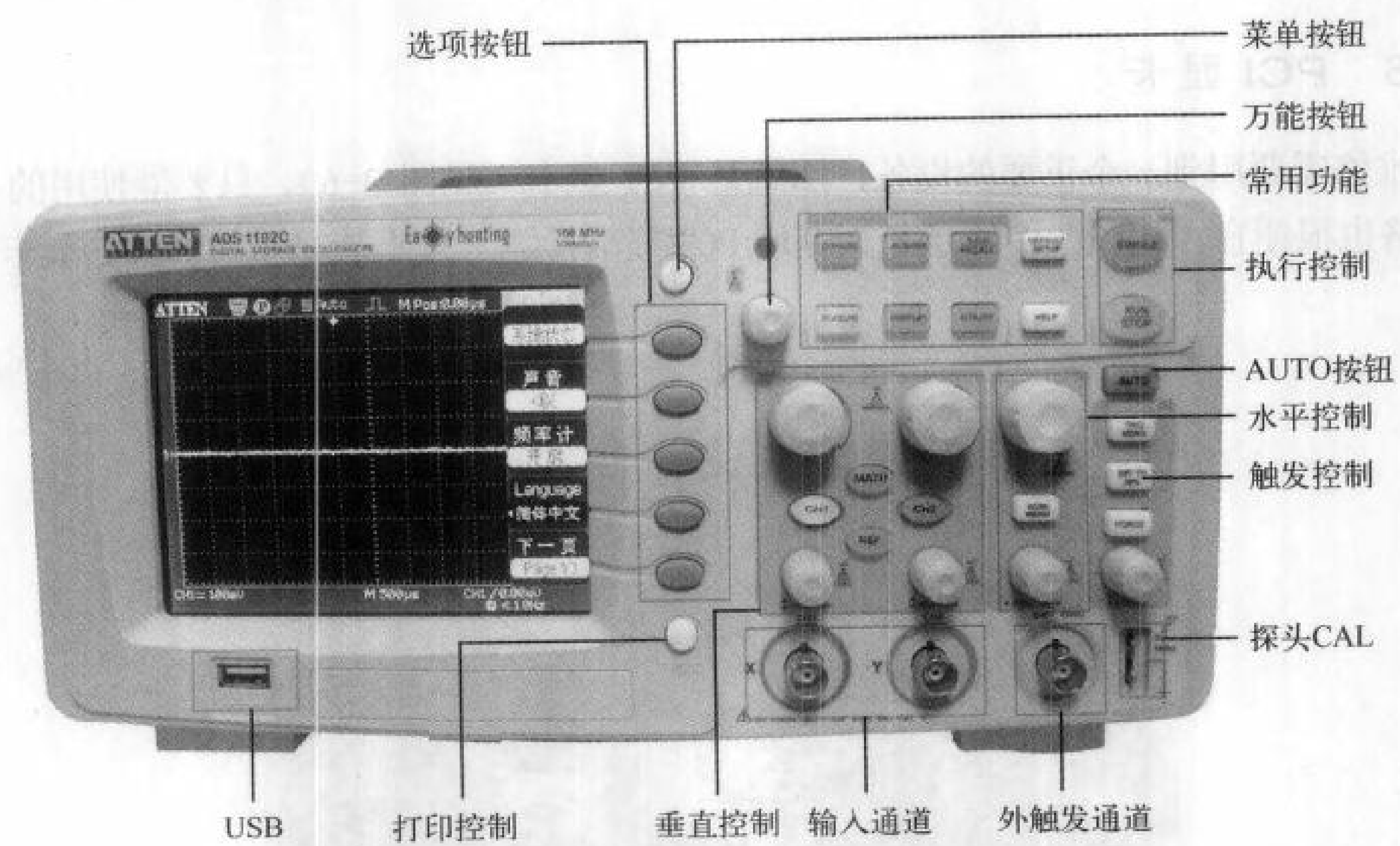


图3-4 安泰信1102C 100M 彩色便携式示波器

示波器一般都有一个“AUTO”键。无论是量测频率还是PWM 波形，都可以用AUTO功能进行自动测量。

3.1.5 BGA 拆焊机

显卡的GPU 都采用BGA 封装的，这种封装方式用普通的风枪无法进行更换，必须使用BGA拆焊机（见图3-5）。由于BGA 拆焊机价格比较昂贵，操作比较复杂，这里只作简单介绍。

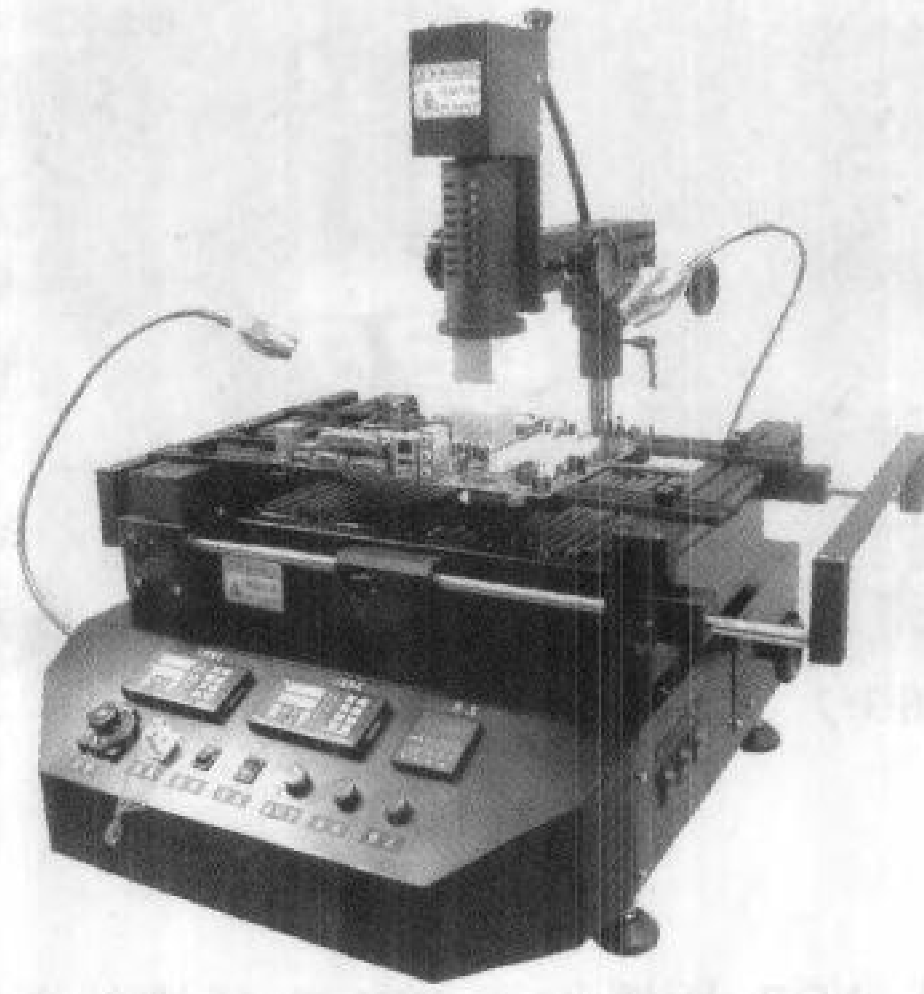


图3-5 迅维牌BGA 拆焊机

BGA 拆焊机常见的有两温区和三温区、两温区多数采用上面热风加热和底部暗红外加热，适合拆焊有铅的板卡；三温区在两温区基础上增加了下部热风加热，适合拆焊无铅的板卡。拆焊机是通过温度曲线的智能编程，使温度呈曲线式上升，达到对BGA 芯片的良好、均匀加热，使之充分融化，实现拆焊目的。

3.1.6 PCI 显卡

显卡维修需要用到一个重要的设备，那就是 PCI 显卡（见图 3-6）。只要能使用的 PCI 显卡即可，价格也很便宜。如图 3-7 所示是正在用 PCI 显卡检测一片不能显示的 PCI-E 显卡。

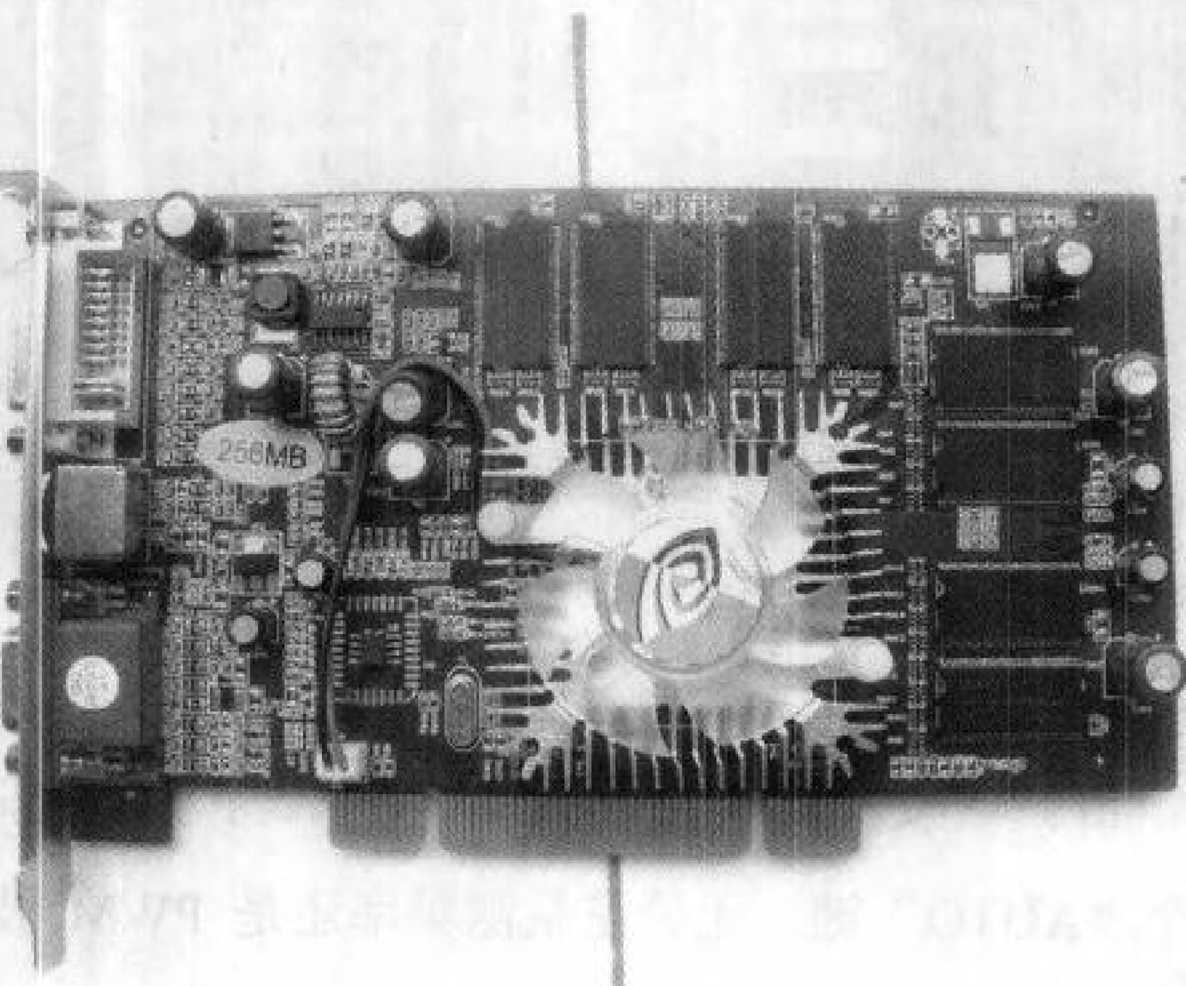


图 3-6　PCI 显卡

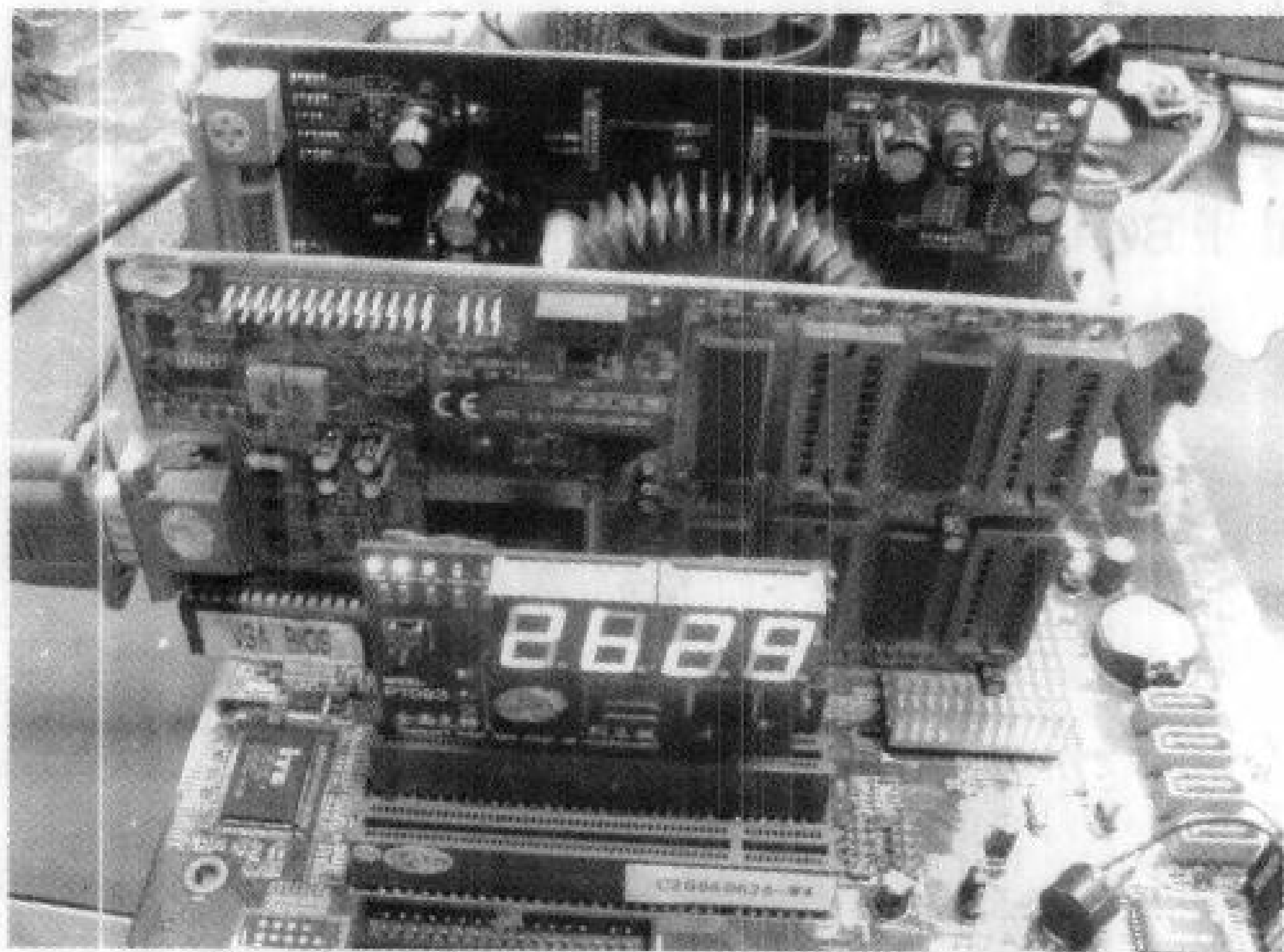


图 3-7　工作中的 PCI 显卡（下面的显卡）

3.1.7 主板

显卡维修必须要准备带 AGP 插槽和带 PCI-E 插槽的主板各一片，尽量不要使用 nVIDIA 芯片组的主板。另外，最好制作一个小喇叭，接在 Speaker 插针上。

3.1.8 硬盘

准备 10GB 以上 IDE 硬盘一块。将硬盘分为两个 FAT32 格式分区，用来安装操作系统和存放显存测试程序。将 C 盘做成 Windows+DOS 双系统，把显存测试软件和显卡测试程序

3DMARK 等放置在 D 盘，这样分配会避免系统崩溃重做系统后程序丢失等问题。

3.1.9　测试软件

目前市场需要维修的卡，主要有 nVIDIA 系列和 ATi 系列，分别对应的显存测试软件是 MATS 和 Rx 系列测试软件，主要用于测试显存数据位的好坏。

MATS 有很多版本。新版本大部分可以兼容旧版本。需要如何选用合适的版本可以在迅维网论坛讨论。Rx 系列测试程序分为 R3MEMID、R5MEMID、R6MEMID 等，不同的核心用不同的程序。最新的 AMD HD 显卡需要使用最新的$TSERVER 测试。

另外，还需要显卡 BIOS 刷写程序 NVFLASH.exe、ATIFLASH.exe（本书中分别改名为 NV577.exe、ATI362.exe）。

 **提示**

下载显存测试软件可以登录迅维网

http://www.chinafix.com.cn

3.2　维修方法

3.2.1　观察法

拿到一块故障显卡，首先要确定用户送修的问题是什么，然后再观察显卡的外观，看有无明显电容鼓包、爆裂，元件烧伤或变色，金手指是否烧坏或者不洁。最重要的就是一定要仔细的观察显卡是否有掉件、断线，多数显卡故障都可以从外观检查中找到问题。一块电容爆了的显卡如图 3-8 所示。

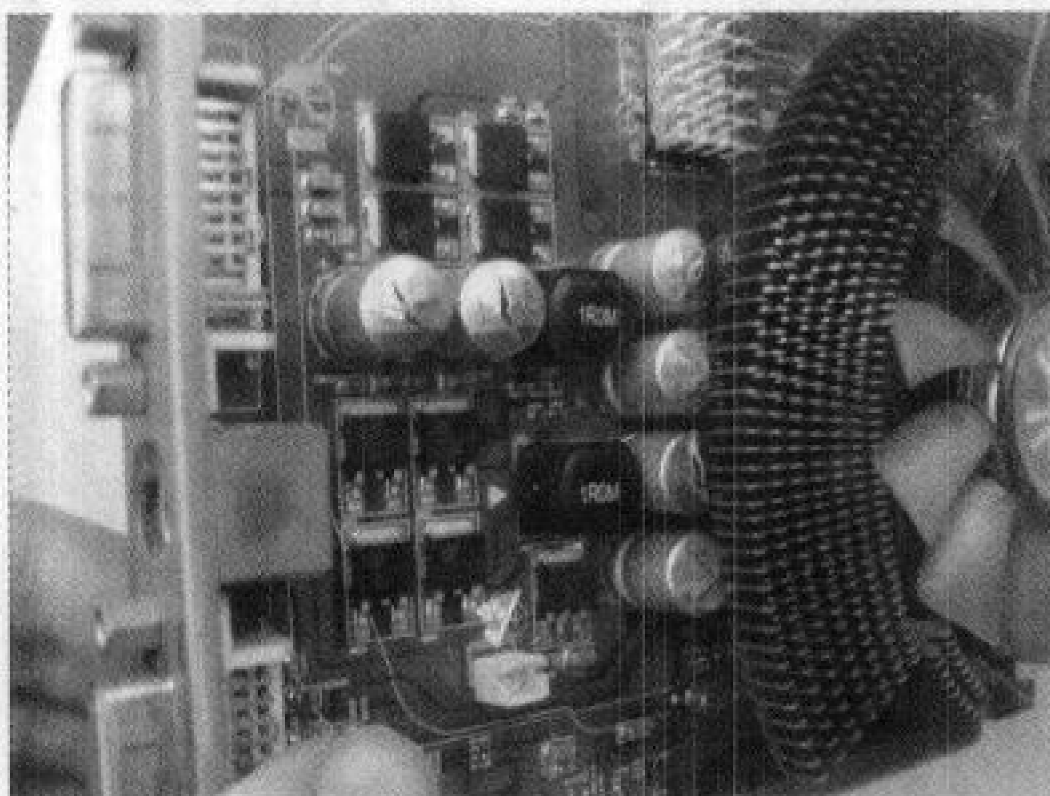


图 3-8　电容爆裂的实物

3.2.2　实测法

实测法是通过我们用万用表来对显卡上的电路和信号等进行实地测量的方法，一般采用的有二极体值法、电压法、电阻法 3 种。下面以数字万用表简单介绍三种实测法。

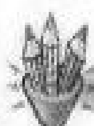
1. 测二极体值

测二极体值也叫打阻值，叫法不同而已。测量方法比较简单，把万用表放到二极管挡，红表笔接地，黑表笔接测试点，然后看万用表的读数即可。图3-9所示为万用表显示的某二极体值534。



图3-9 万用表显示的某二极体值为534

如果相同显卡，相同测试点的二极体值不同，偏小即为短路，偏大即为开路。



提示

二极值的叫法，是中国台湾的叫法，在中国大陆也并无具体的称呼。由于在指针表时代，万用表这个挡只能测对地电阻，所以，老的叫法是对地打阻值。我们目前维修主板，普遍使用数字表，那么使用二极管挡，即反映电阻也反映压降。因为不好找具体的词来定义，在本书中，各章节中提到的对地阻值、对地数值、接口的数值、二极体值，均是同一个含义。因为这个不等同于电阻，所以后面是没有单位的。

2. 电压测试法

电压测试法就是利用万用表的直流电压挡，黑表笔接地，红表笔接测试点，万用表显示的数值即为电压值，如图3-10所示。

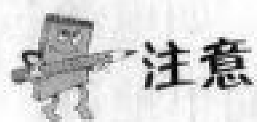


图3-10 万用表显示的11.5V的直流电压

3. 电阻测试法

电阻测试法非常好掌握。如果怀疑显卡上的某个电阻损坏，可以用电阻法测得该电阻的阻值。方法是将万用表的红表笔和黑表笔分别接电阻的两端，万用表读数即该电阻的阻值

（见图 3-11）。

**注意**

由于万用表是并联在电阻上，有的电阻在线测量出的数值并不准确，所以最好将电阻取下，再对电阻进行测量，这是的读数才是真实的。



图 3-11　万用表显示的 11.49kΩ 的电阻值

3.2.3　加焊法

在显卡上，一些焊点虚焊、假焊都会造成各种故障现象，尤其是 GPU 发热比较大，很容易出现虚焊。加焊处理法是有选择、有目的、有重点地重新熔焊我们所怀疑的一些焊点和 BGA 芯片，这是显卡中最常用的维修方法。一片正在 BGA 拆焊机上加焊的显卡如果 3-12 所示。

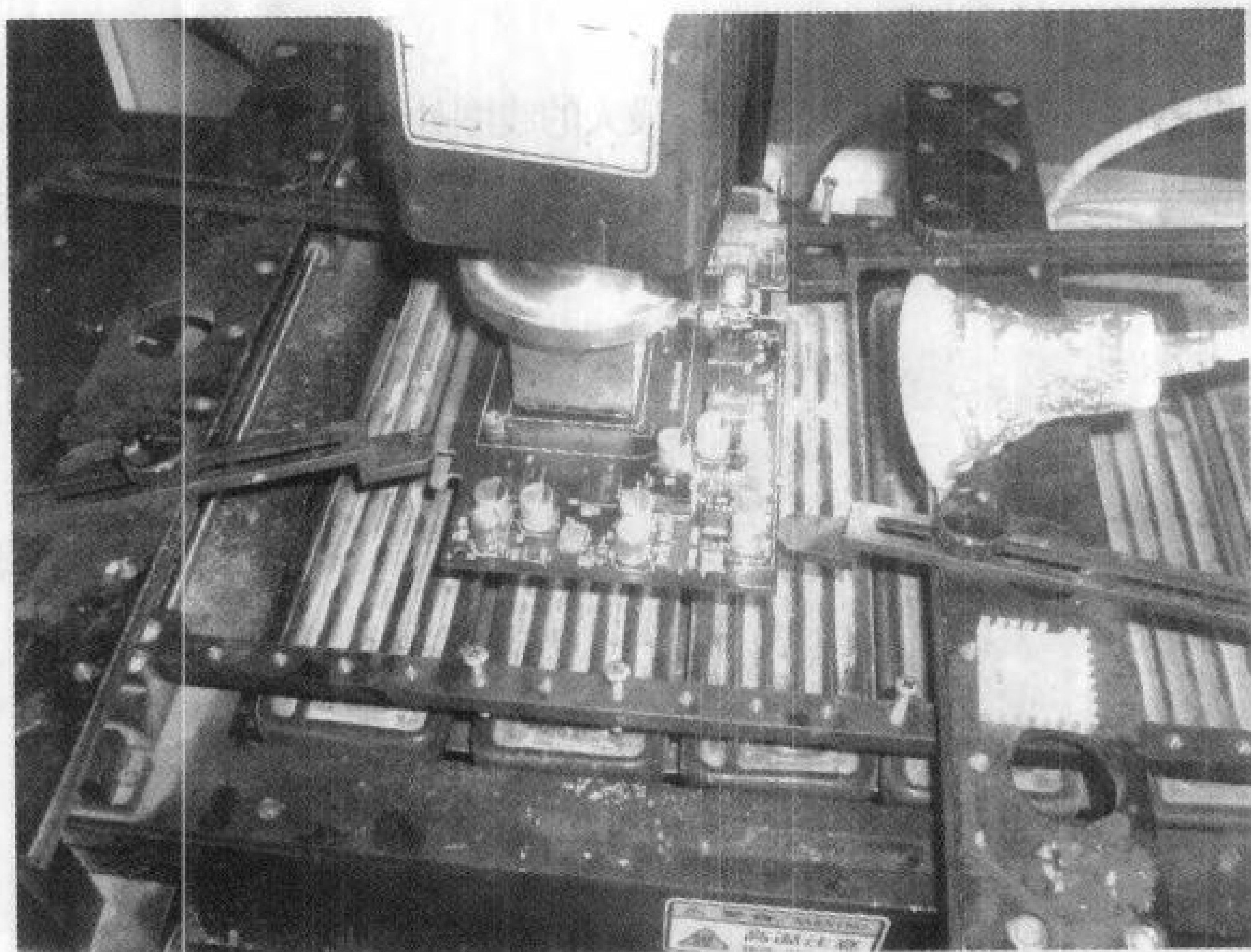


图 3-12　加焊中的显卡

3.2.4　比较替换法

比较替换法是利用一片正常工作的同型号显卡作为参照物，运用移植、比较、参照、对比等

手段，查出具体的故障部位，然后对比其二极体值、电压、电阻等参数。当检修到一些故障时，经常要用到比较替换法。通过找一片正常显卡上相同的零件替换我们怀疑损坏的零件，如电源芯片、显存芯片等。如果修复，说明替换成功，这时才需要去采购我们所需要的零件。简单地讲，这个检查方法是通过与一个标准物进行对比，快速找出故障部位，避免了浪费，节省了时间。

3.3 无显示的检修

3.3.1 无显示的检修流程

第一步：必须先做全面的外观检查，观察显卡是否有掉件、烧坏、断线等外观问题，尤其注意 PCI-E 显卡背面的一排耦合电容，一个也不能少。

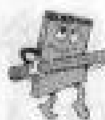
第二步：测量显卡供电是否正常；

第三步：检查显卡时钟复位是否正常；

第四步：测量金手指上的信号线、显卡背面黑色电感是否正常；

第五步：使用显卡 BIOS 刷新程序检查是否能检测到显卡信息；

第六步：检修接口部分电路。

**注意**

AGP 接口的NF6600和ATi X700 等显卡，如果代码走到25停住，可能为桥接芯片故障。

3.3.2 供电部分的检修

显卡所需的供电有多个，核心供电在显卡最大的线圈处测量，范围 1.1～1.6V（见图 3-13），波形为方波。电感对地阻值只要大于 1Ω即可。因为电流越大，阻值越小，现在 PCI-E 显卡该电感的对地阻值大多在 3～5Ω。最好的办法是找个同型号正常的显卡对比判断。

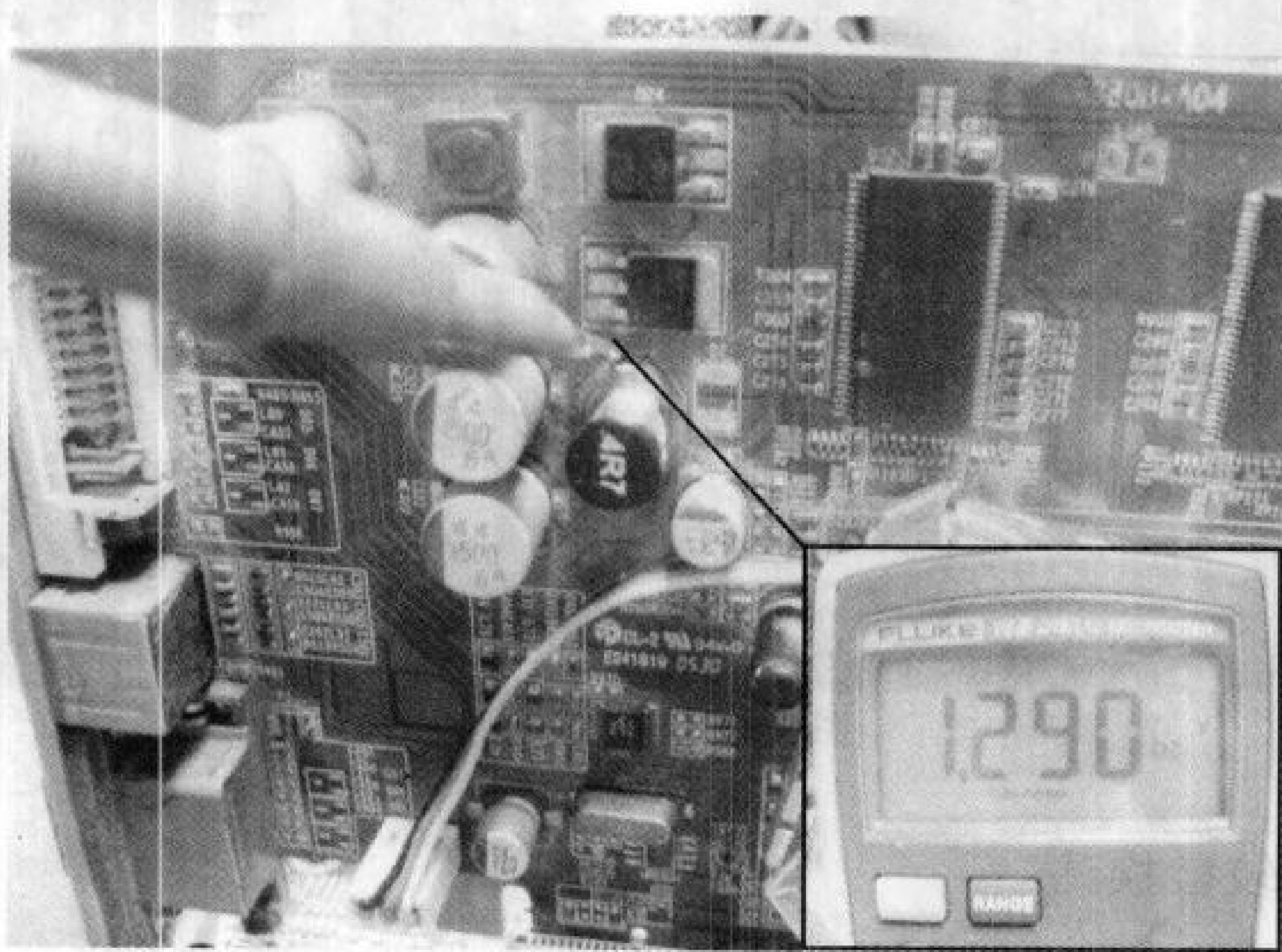


图 3-13 测量显卡主供电

显存供电在显存周边场管 S 极或者线圈处测量（见图 3-14）。对于 DDR 显存芯片，在芯片第 1 脚也可以测量到显存供电电压，一般是 2.5～3.3V；DDR2 显存的供电电压是 2.0V；DDR3 显存基本都是采用 PWM 方式供电，测量显存旁边的线圈电压是 1.8～2.0V。

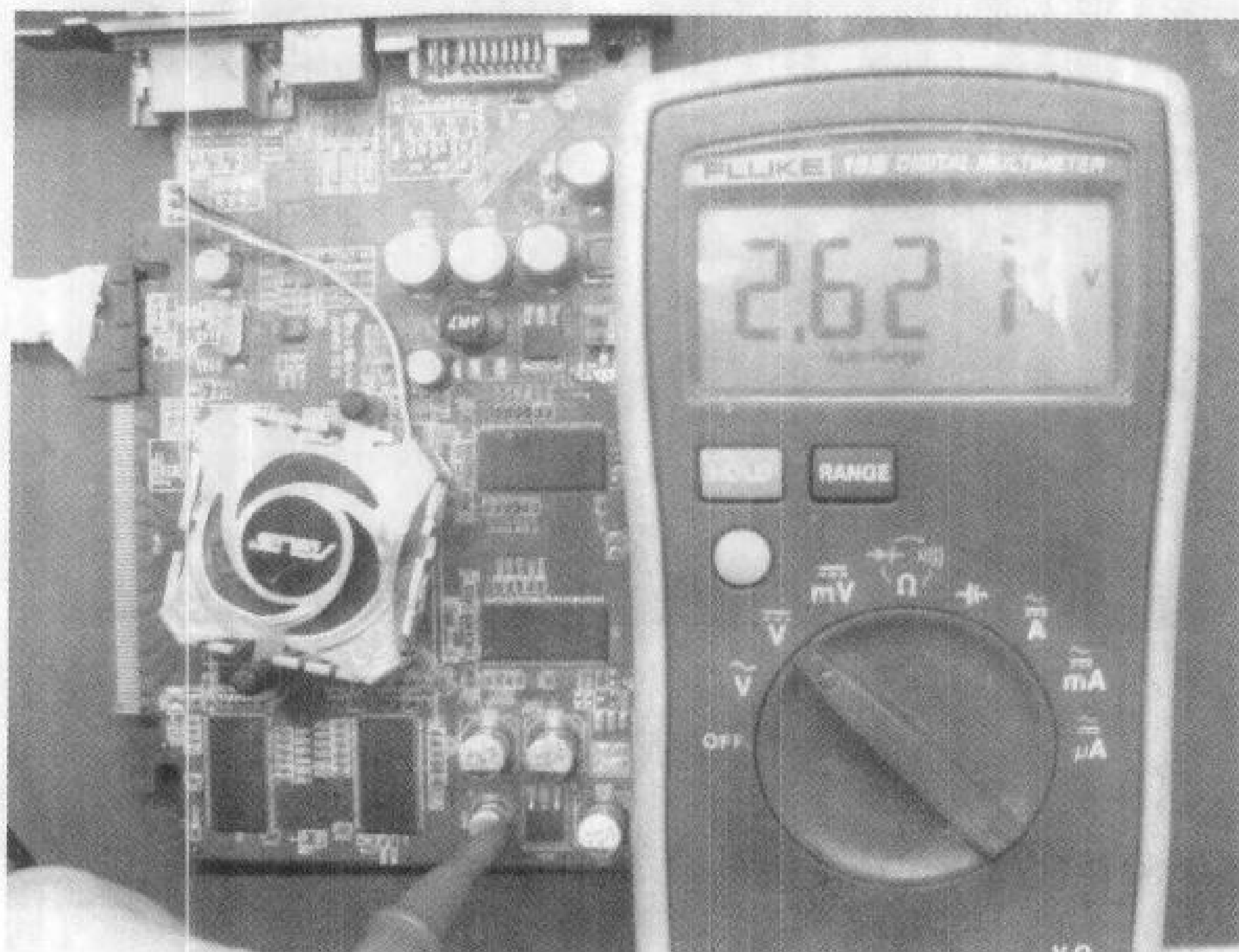
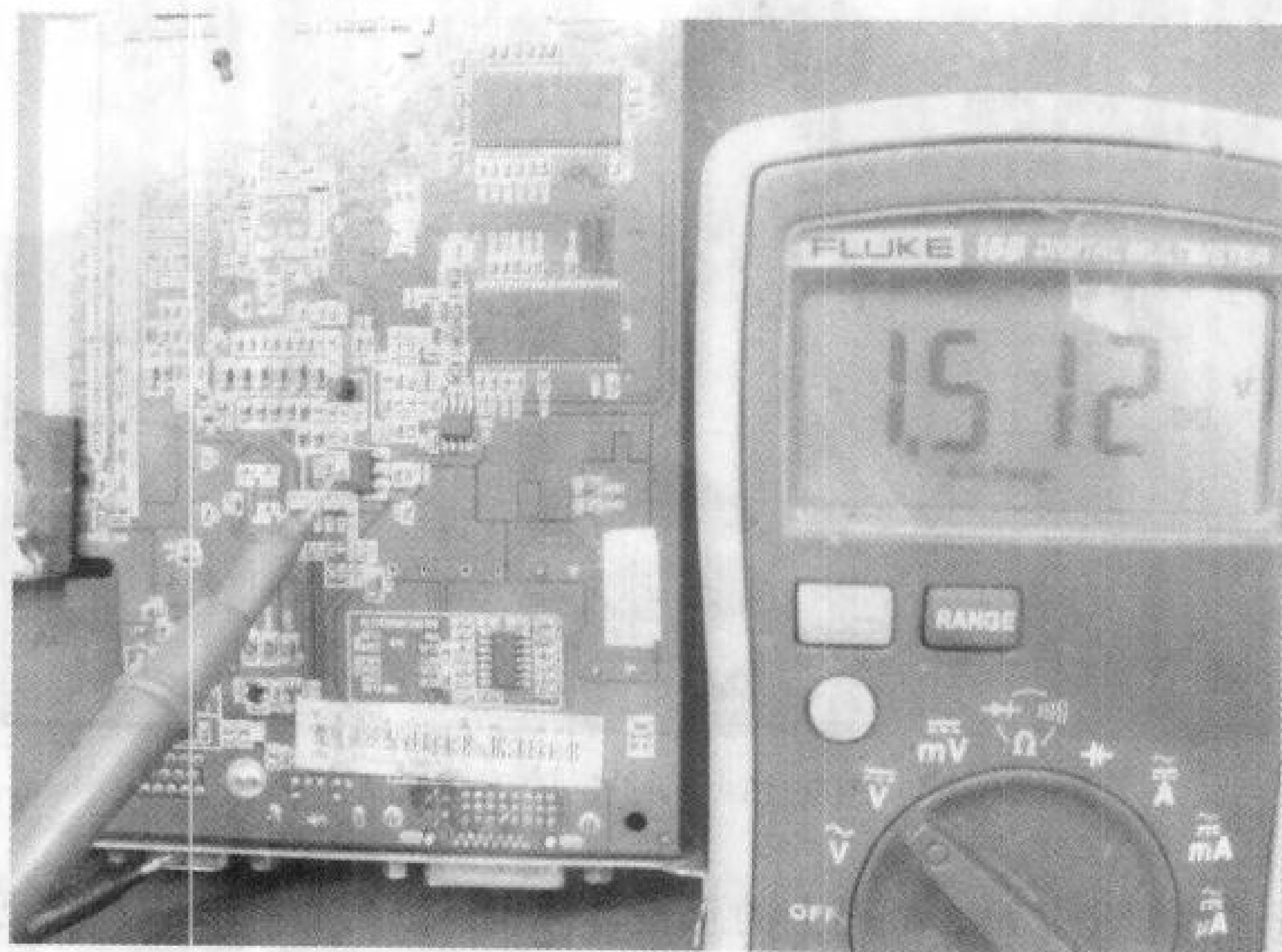


图 3-14　测量显存供电

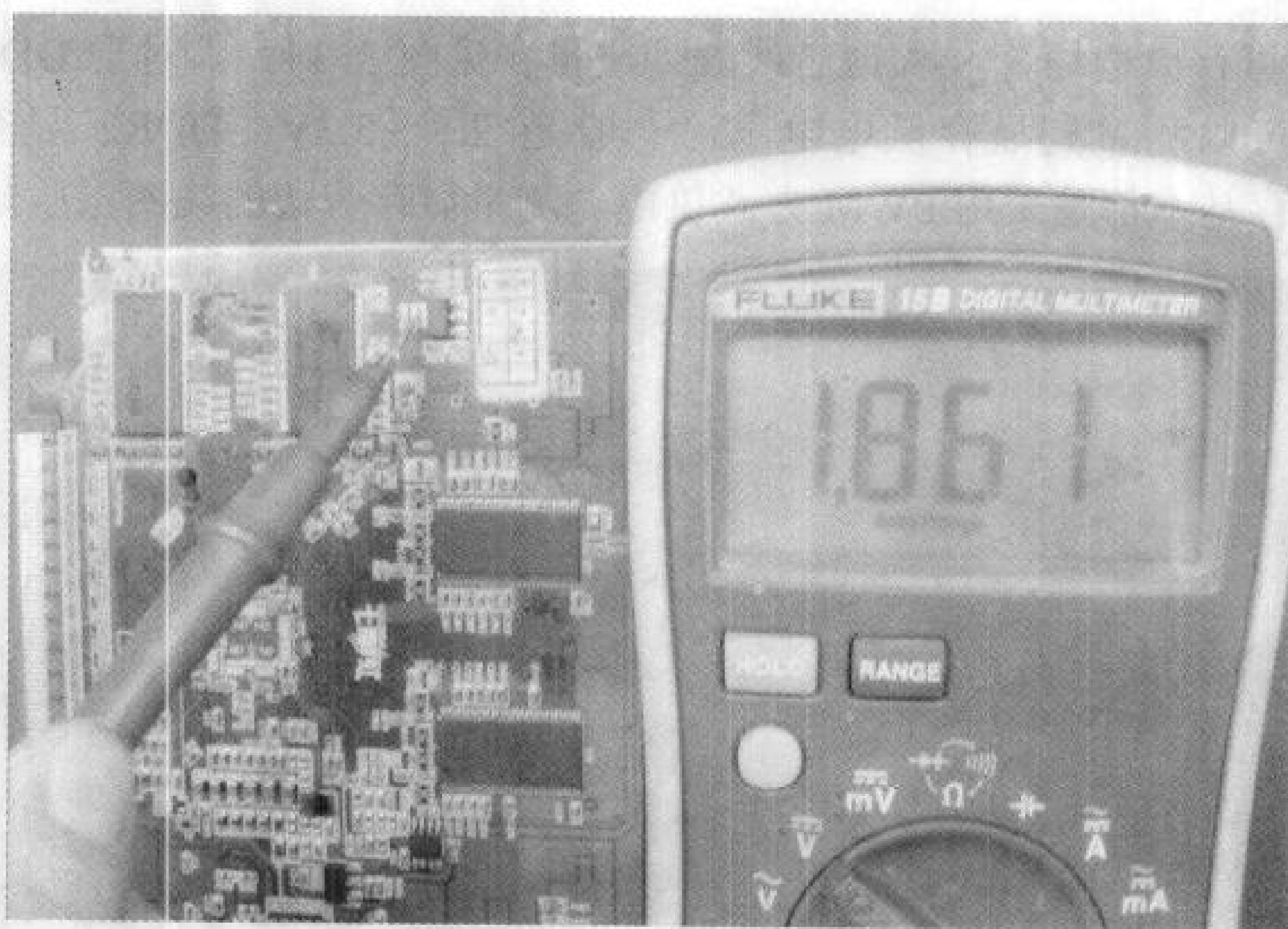
显存供电的对地阻值为几十欧姆。

VDAC、VDDC 等其他供电，一般在稳压器的输出端测量（见图 3-15），电压多为 1.5V、1.8V、2.5V、3.3V、5V 这几种。



（a）

图 3-15　测量其他供电



(b)

图 3-15　测量其他供电（续）

需要多积累经验和使用对比法才可准确判断电压是否正常。

3.3.3　时钟复位的检修

显卡有一个 27MHz 的晶振，使用示波器可以探测到 27MHz 的正弦波，如图 3-16 所示。

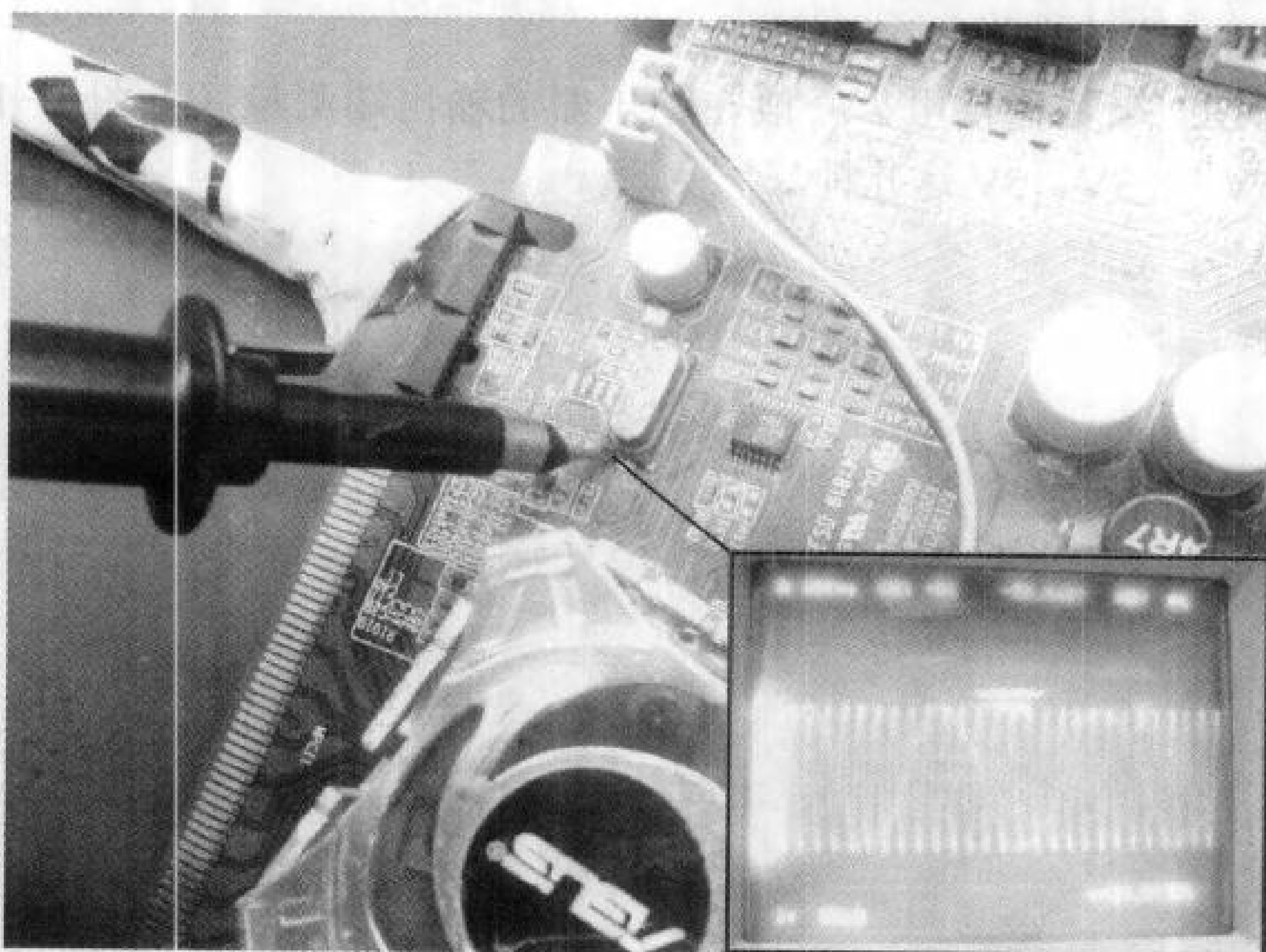


图 3-16　27MHz 的正弦波

显卡与主板通信同步，那么插槽上的总线时钟和复位是不可缺少的。使用万用表二极管挡测量金手指上接口总线时钟和复位是否正常，一般不短路不开路即可。接口总线时钟和复位脚如图 2-43 所示（第 2 章）。

3.3.4 金手指信号线检修

对显卡金手指上的信号线打值是比较费时费力的，但也是检修关键。需要测量三次，具体方法如下。

（1）使用万用表二极管挡，红表笔接地，黑表笔测量显卡正面连接有细线的金手指，一共有32根（见图3-17），值应该全一致。

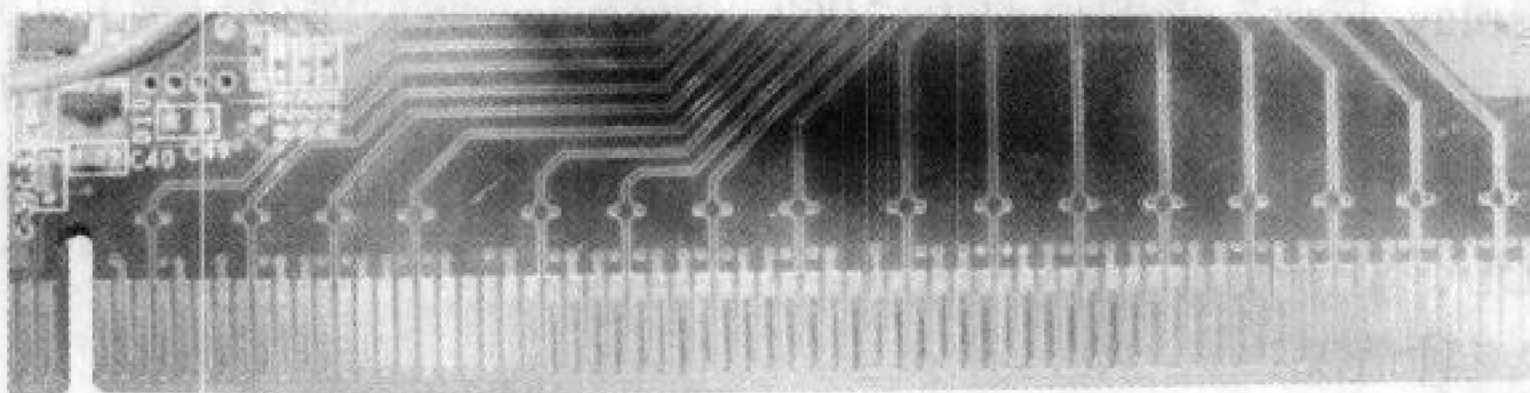


图3-17 显卡正面信号线

（2）测量显卡反面一排32颗电容靠近GPU一端二极体值，值同样要求一致，注意电容需要从左往右数32颗即可，如图3-18所示。

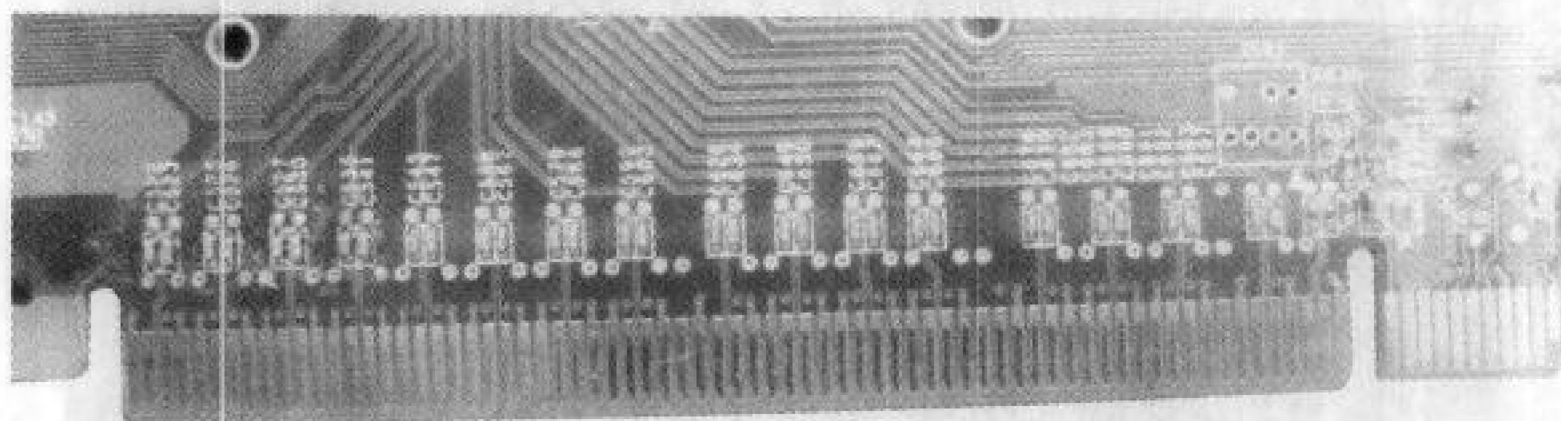


图3-18 PCI-E显卡的耦合电容

以上两次测量，如果某个信号线的数值比其他偏大，说明GPU有空焊或损坏，可以加焊或者重植GPU，具体步骤见后面章节；如果数值偏小，说明GPU有短路，需要更换GPU。

（3）使用万用表二极管挡夹着耦合电容测量。值无穷大基本可以判断为正常，如图3-19所示。

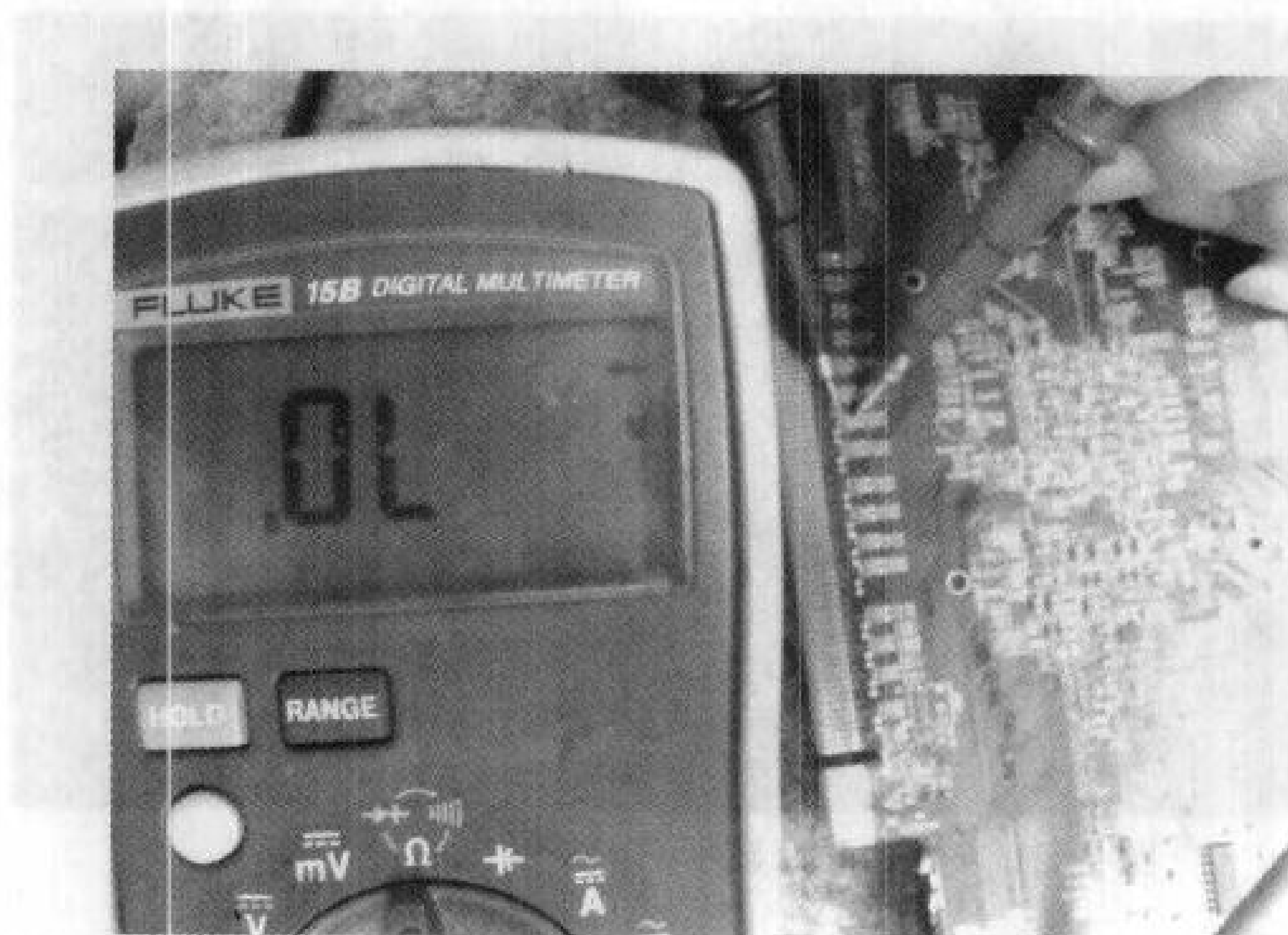


图3-19 测量耦合电容

除了金手指上的信号线需要认真打值外，还需要检查显卡背面的所有小贴片黑色电感，它们坏了也会产生点不亮等各种问题。

3.3.5 巧用 BIOS 刷新程序

对于无显示的显卡，在确认了前面几项检测正常后，需要将损坏的 AGP 或 PCI-E 显卡拔下来，插上 PCI 显卡后开机，进入主板 BIOS 设置程序，选择“Intergrated Peripherals”选项，将“Inti Display First”项的值改为“PCI SLOT”，然后保存设置并关机。接下来，将 AGP 卡或者 PCI-E 重新插上，但仍让显示器连接在 PCI 显卡上，然后重新开机进入 DOS，切换至显卡程序保存目录，运行显卡 BIOS 刷新程序查看是否有返回 GPU 信息和 BIOS 参数等。例如，nVIDIA 显卡使用“NVFLASH –C”命令，ATi 显卡使用“ATIFLASH –I”命令。返回结果有三种情况：

（1）返回结果如图 3-20 所示，表示主板没有检测到显卡，需要重点查 GPU 到插槽部分的线路和 GPU 的工作条件。

```
D:\VGA>cd bios

D:\VGA\BIOS>nv577 -c

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

ERROR: No NVIDIA display adapters found

D:\VGA\BIOS>_
```

图 3-20　检测不到显卡的提示结果

（2）返回结果如图 3-21 所示，表示检测到显卡核心，但检测不到 EEPROM，需要检查 EEPROM 到 GPU 之间的 SPI 总线，GPU 的 GPIO 电路及替换 EEPROM 芯片等。

```
D:\VGA\BIOS>nv577 -c

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

Adapter: GeForce 7300 GT      (10DE,0393,0000,0000) H:--:NRM B:01,PCI,D:00,F:00

The display may go *BLANK* on and off for up to 10 seconds during access to the
EEPROM depending on your display adapter and output device.

Identifying EEPROM...
EEPROM ID (20,0000) : Unknown

ERROR: Supported EEPROM not found

D:\VGA\BIOS>_
```

图 3-21　不能正确显示 BIOS 信息的提示结果

（3）返回结果如图 3-22 所示，表示 GPU 和 EEPROM 硬件主要部分没有问题，一般通

过刷写 BIOS（刷写 BIOS 相见后续章节）或者检修 DAC 和接口部分电路即可修复。

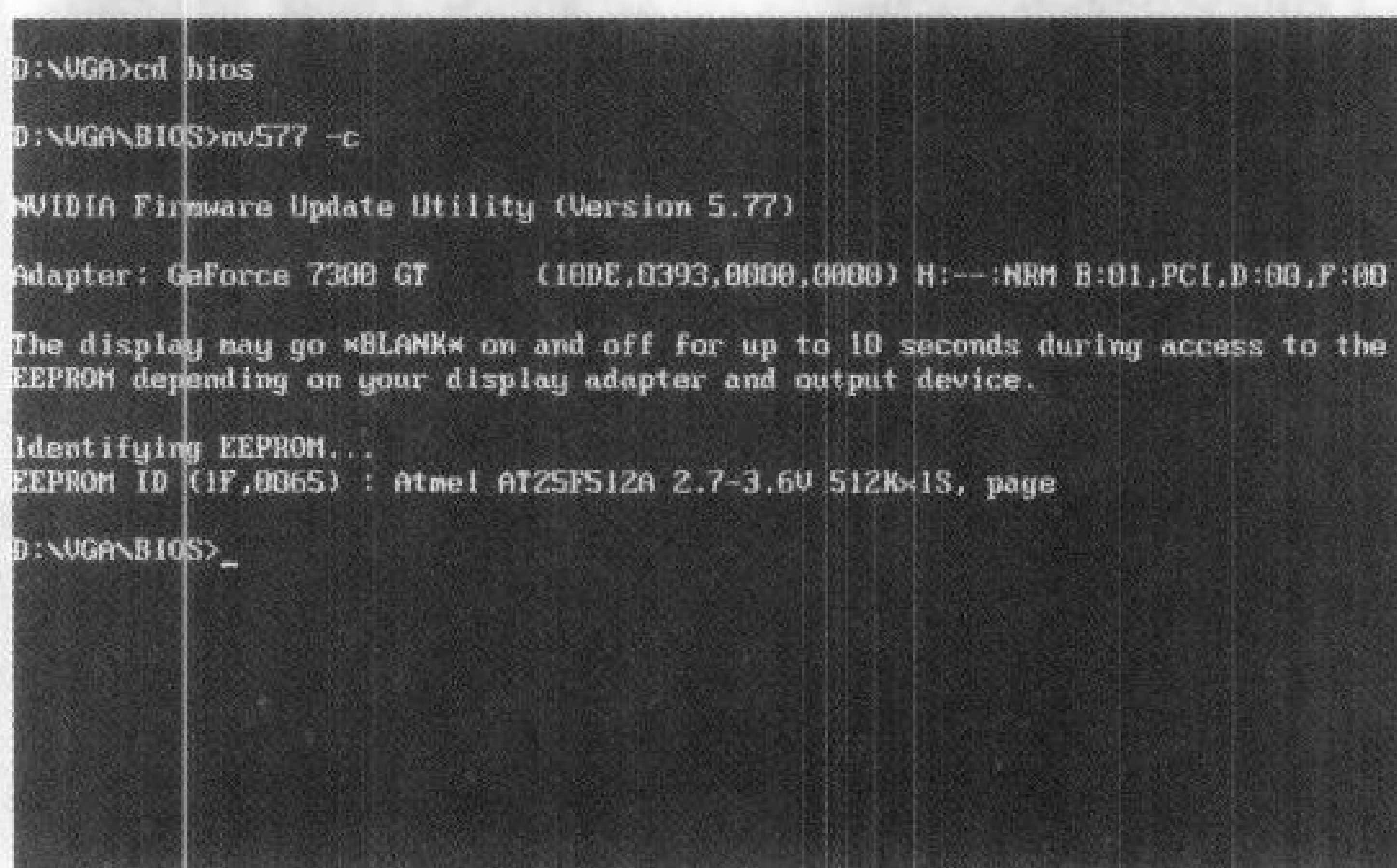


图 3-22　检测到核心和 EEPROM 信息的提示

3.3.6　输出接口电路检修

对于无显示的显卡，有可能是上述显卡基本工作条件出故障导致的，也可能是输出接口部分有问题导致屏幕无显示。对于后者，可以借助主板上的小喇叭判断，如果主板在运行至显卡代码时小喇叭只响一声，然后继续跑码，但屏幕无显示，表示主板已经检测到显卡，不过显卡的 DAC 或接口部分电路有故障。

DAC 电路一般只需要检测 GPU 的 DAC 供电和 DDC5V 即可，检测位置在 1117 或 7805 的输出端。

接口部分一般检修 VGA 接头的 1、2、3、13、14 针脚即可。其中 1、2、3 为红绿蓝三基色，对地阻值为 76.6Ω 左右，如图 3-23 所示。任何一个有问题都会导致缺色，如果都有问题，则会灰屏无显示。如果阻值偏小，说明有短路，可能为 GPU 或者低通电路中电容漏电导致；如果阻值偏大，说明接口接触不良或者匹配电阻损坏。



图 3-23　测量 R、G、B 对地阻值

VGA 接头行场同步信号若有问题，会导致无显示，显示器电源指示灯为橙色，它们的对地二极体值一般为 500 左右。用示波器可以探测到该波形，如图 3-24 所示。

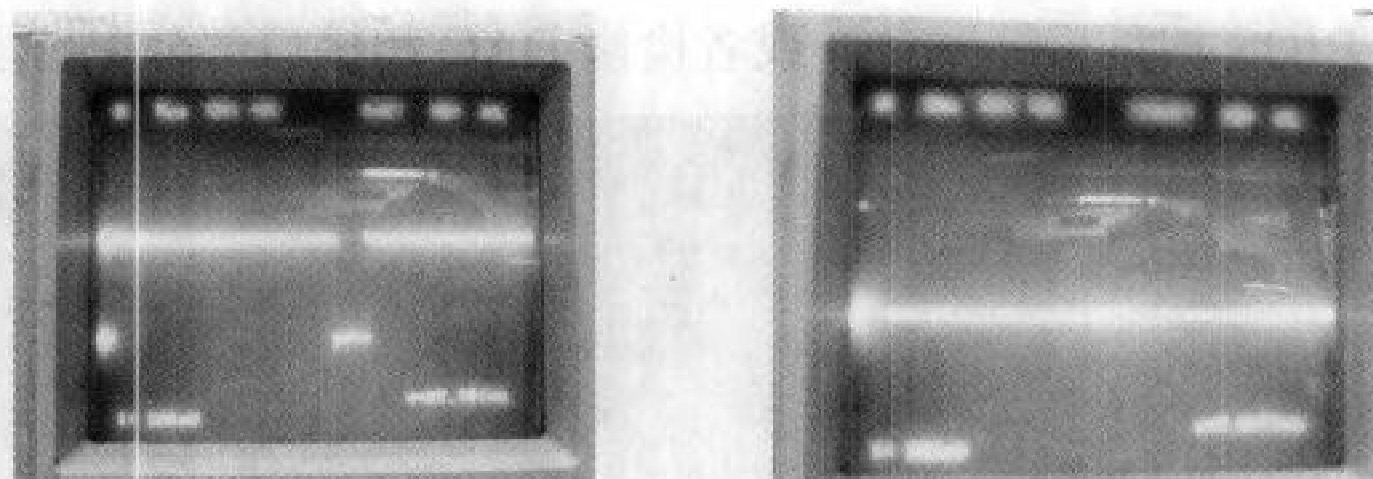


图 3-24　VGA 接行场同步波形

如果行场没有波形，需要沿着 13、14 脚跑线，一般会连接到 7408 门电路的输出端。门电路的输入端是从 GPU 发出的行场信号。74HCT08 门电路引脚定义如图 3-25 所示。

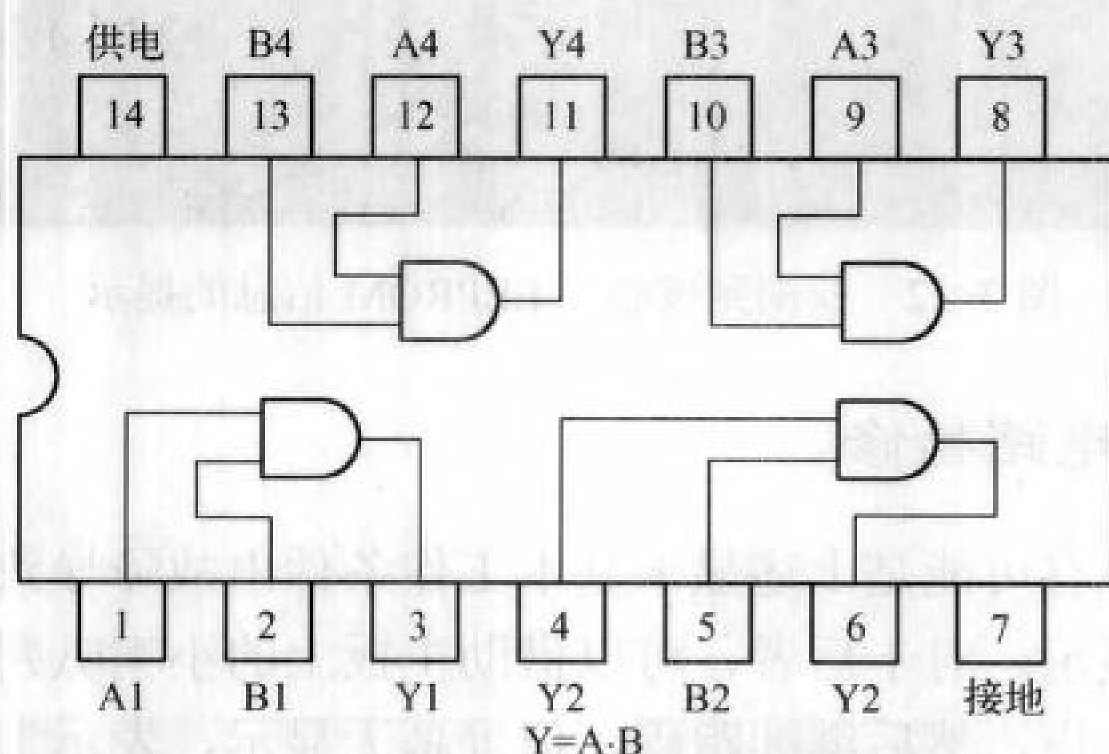


图 3-25　74HCT08 门电路引脚定义

DVI 头检修与 VGA 头类似，注意 16 脚位热拔插检测信号 HPD。如图 3-26 所示电路，当连接了 DVI 头时，此信号变为高电平。开启 NPN 三极管 Q2021，GPU 收到高电平信号，这时 DVI 接头才会有显示。

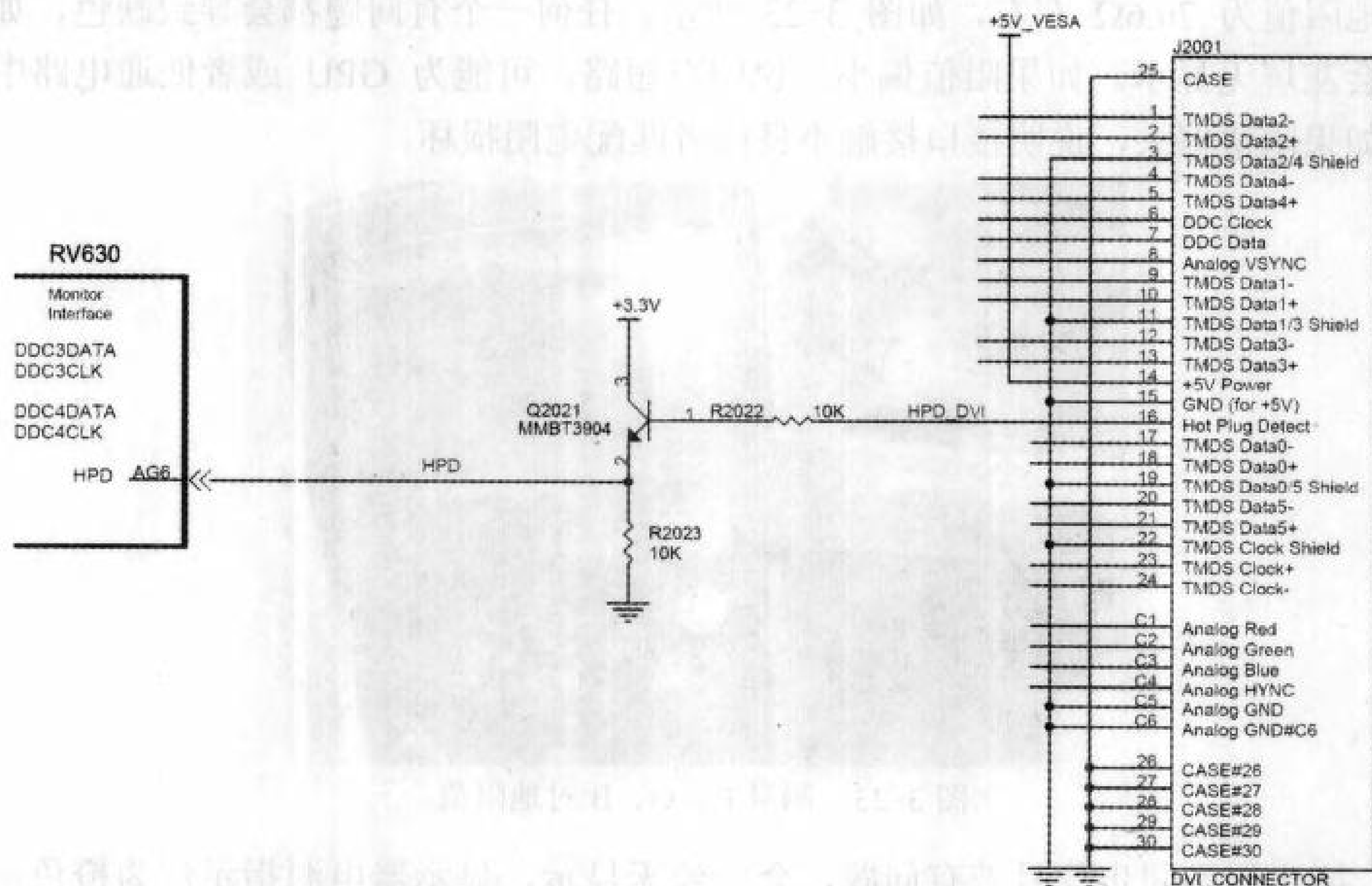


图 3-26　热拔插检测信号电路图

3.4 花屏的检修

花屏的显卡一般习惯分为“大花”和“小花”两种。

“大花”是指根本无法辨认屏幕的字符。首先需要检查外观是否有掉件，其次是检查显存供电是否正常。GPU 损坏或者显存地址线故障都会导致“大花”。另外，BIOS 刷错也可能会导致“大花”。如果对显存测试系统非常熟练，也可以盲测，借助测试软件找出故障所在。具体操作方法参照后面章节“小花”的维修。

“小花”的显卡，首先同样是需要检查外观：电阻、排阻、电感等是否掉件，PCB 是否断线。然后运行显存测试程序检测显存数据位好坏，根据程序返回的结果，结合通道定义和花屏的检修思路来维修。

3.4.1 MATS 的使用

进入 DOS 命令行，输入“mats”即可测试 nVIDIA 显卡，也可以输入“mats-c 10”只测试 10%的显存。测试过程为彩色方块不停地变换。如图 3-27 所示为使用 mats 测试 7300 系列显卡的画面。（注：此图中 mats 已经改名为 mats7，且 MATS 有不同的版本适合不同的核心。）

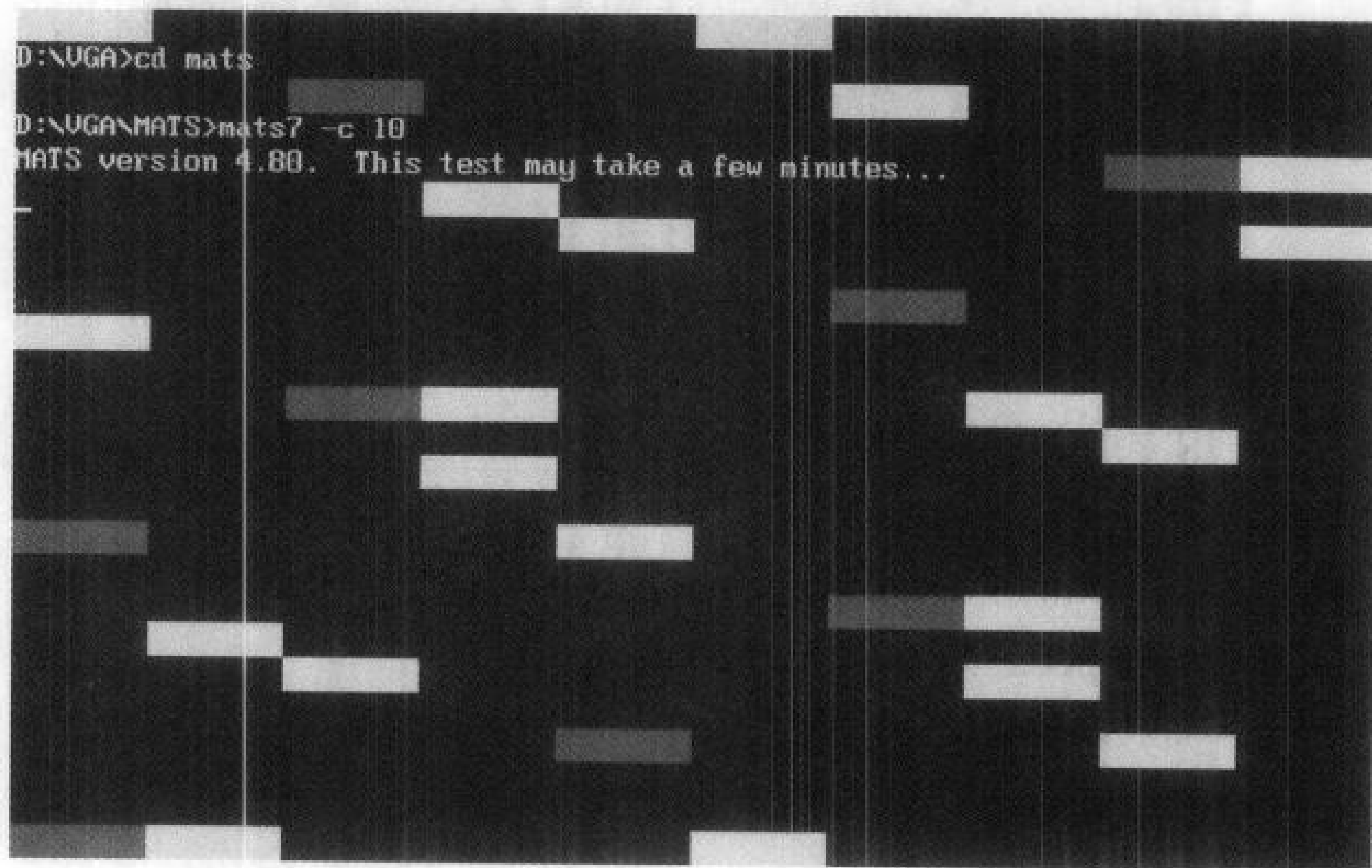


图 3-27 MATS 测试中的画面

测试结果会自动保存到 MATS 同目录下的 REPORT.txt 文件中，如图 3-28 所示，返回结果显示此显卡分为 FBA、FBC 两个通道，每个通道 64 个数据位（0～63）；ERR 数值为 0 表示此项没有错误；External Bank 0 Failing bits 显示 None，表示没有错误的数据位。

如果有错误的显卡，会返回如图 3-29 所示结果。同样此显卡分为 A 和 C 两个通道，每个通道 64 个数据位，C 通道的 15 号数据位有错误。至于 ERRORS 数值 499392 可以不用理会。（注：本书图形中如有如图 3-29 所示界面一条竖线，为图片拍摄时显示器上的亮线导致。）

```
D:\VGA>cd mats

D:\VGA\MATS>mats7 -c 10
MATS version 4.00.  This test may take a few minutes...
   LANE      EB0 READ ERR EB0 WRT ERR  UNKNOWN ERR
           ------------ ------------ ------------
FBA[31: 0]          0            0            0
FBA[63:32]          0            0            0
FBC[31: 0]          0            0            0
FBC[63:32]          0            0            0

External Bank 0 Failing bits:
    None
Read     Error Count: 0
Write    Error Count: 0
Unknown Error Count: 0

D:\VGA\MATS>_
```

图 3-28　使用 MATS7 测试 G86 显卡的界面

```
MATS version 3.41.  This test may take a few minutes...
Tested from 0 MB to 128 MB.
   LANE       E_BANK0 ERRORS
-----------  ---------------
FBA[31: 0]               0
FBA[63:32]               0
FBC[31: 0]          499392
FBC[63:32]               0

External Bank 0 Failing bits:
   C15
Read     Error Count: 0
Write    Error Count: 499392
Unknown Error Count: 0
```

图 3-29　C 通道 15 号数据位报错的提示

更多的 MATS 使用参数可以通过输入“mats /?”可以得到，详见如下。

MATS 参数：

-e xx	Forces endpoint of test to megabyte xx
-c xx	Only test xx percent of the framebuffer
-b xx	Forces start of test to megabyte xx
-f	Uses 48N （long） test algorithm
-o	Suppress file output
-m xx	Set the maximum number of errors to log
-n xx	Run the algorithm on the card with index xx 'xxxx' in the boards.dat file。
-v	Disabled save & restore of VGA memory space
-ver	Display version informATIon
-x	Don't use the box algorithm

如果屏幕花的比较严重，甚至看不清，那就只能盲测了。所谓盲测就是依据对测试程序

目录结构的熟练程度，凭记忆输入命令运行测试程序。等待一会，估计已经测试完毕后，主板断电，换一块好的显卡，进入 MATS 所在目录，输入“edit report.txt”即可查看前一片 nVIDIA 显卡的测试结果，如图 3-30 所示。

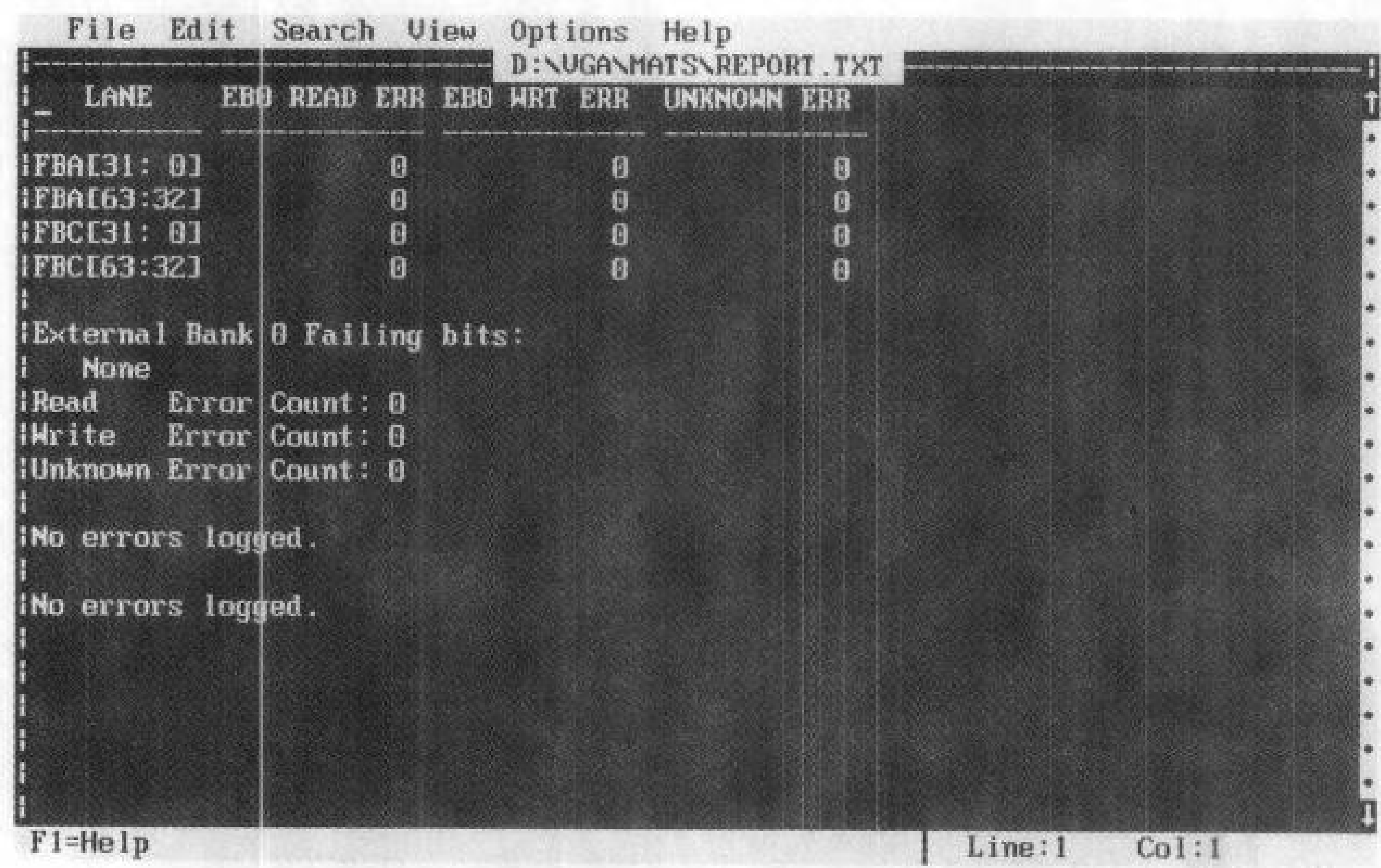


图 3-30 nVIDIA 显卡查看测试结果的界面

3.4.2 RxMEMID 的使用

ATi 显卡的测试程序与 nVIDIA 显卡的不一样，使用方法也不同。下面以 R3MEMID 程序为例，介绍一下 ATi 显卡测试程序的使用方法。

进入 DOS 命令行后，输入“r3memid-nocfg-log”启动 R3，进入测试项选择界面，如图 3-31 所示，在“Enter selection:”后输入如下参数，会运行对应的程序。

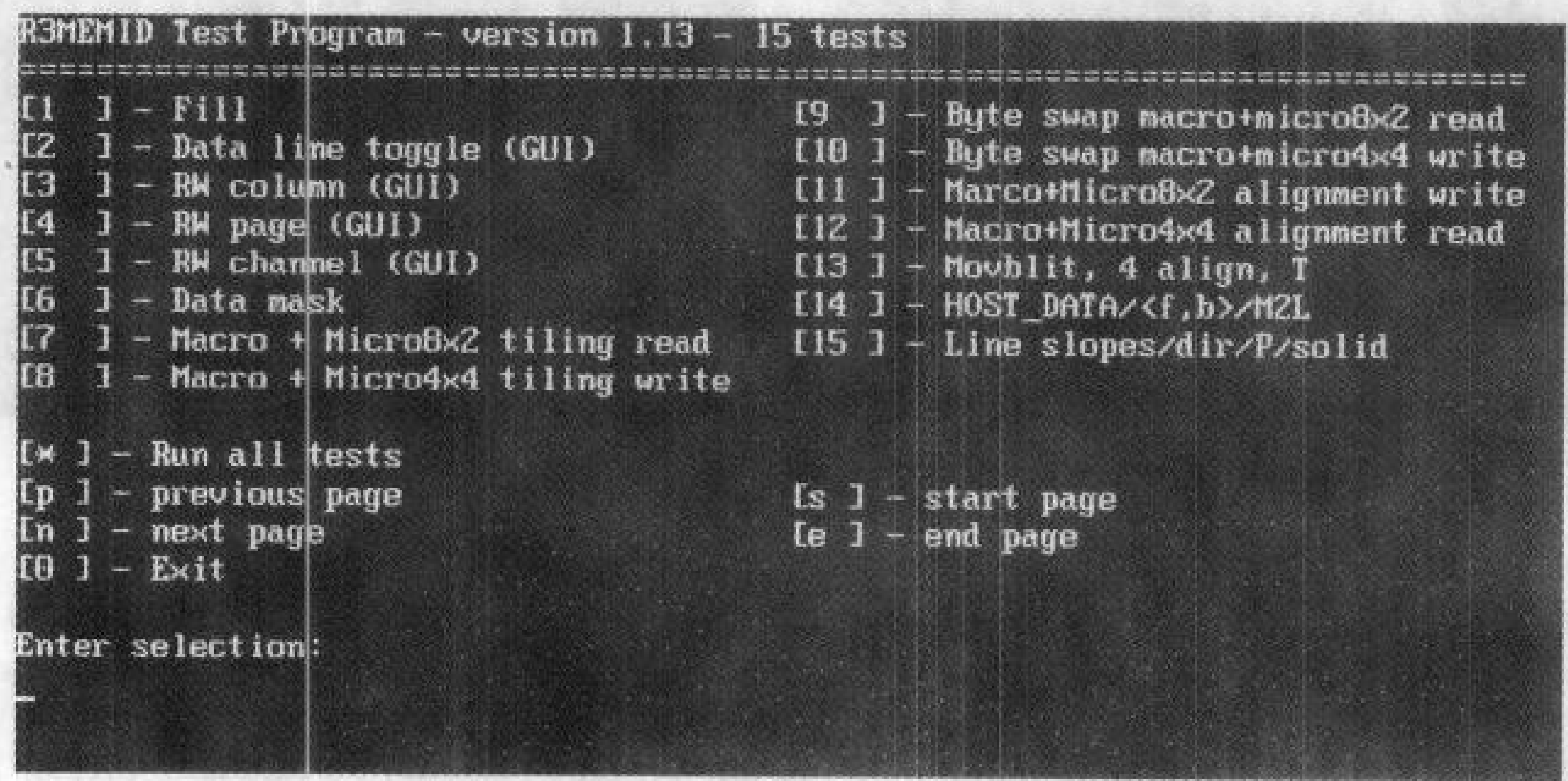


图 3-31 R3MEMID 界面

*——运行所有的测试项。

2——测试第 2 项，如输入 8 则测试第 8 项。

0 ——退出。

s 2 3 e 5——测试 2、3、5 这几个项。

输入“2”启动测试程序第 2 项后，会出现如图 3-32 所示花屏画面，为正常测试过程。

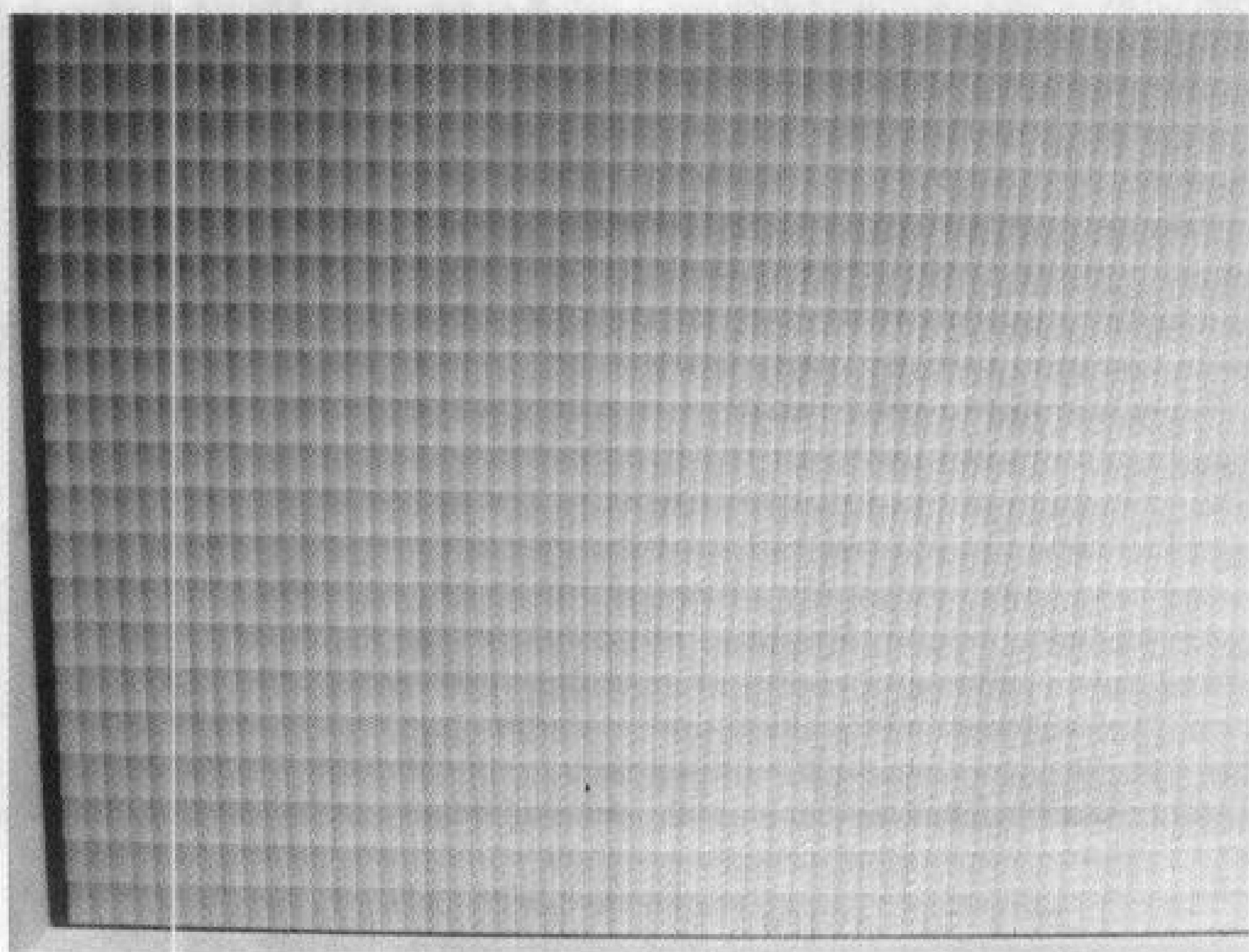


图 3-32 R3MEMID 测试中的界面

程序测试完成后，如果没有错误，会返回 PASS 的界面，如图 3-33 所示。

```
R3MEMID version 1.13, (c) Copyright ATI Technologies Inc, 2004
TEST RESULT SUMMARY:
====================
RV350/M10 (0x4150) detected.
128M video memory.
Test suite ran 1 of 1 times.
Checking test status array ...
[2  ] Data line toggle (GUI)                          : PASS
No failures detected.

D:\VGA\A>_
```

图 3-33 第 2 项测试通过的提示

如果数据位有问题，会返回 FAIL 的界面，如图 3-34 所示，错误的数据位为“MDB0 48 49 50 51 52 53 54 55 ...”，也就是 B 通道的 48～55...数据位出错。ATi 显卡的测试结果并没有 nVIDIA 显卡的那么方便，每个通道它只显示 7 个出错数据位，如果超出则在后面加上“...”，表示还有省略的出错数据位。这里需要注意一点，ATi 显卡的测试结果是程序结束后才能保存的，如图 3-35 中，按“1”后继续，回到 R3MEMID 主界面，输入“0”回车退出，最后还要按“1”回到命令提示行才能结束程序，也才会保存结果。

```
R3MEMID version 1.07, (c) Copyright ATI Technologies Inc, 2003
TEST RESULT SUMMARY:
====================
Rv350 (0x4150) detected.
128M video memory.
Test suite ran 1 of 1 times.
Checking test status array ...
[2  ] Data line toggle (GUI)                        : FAIL
    Error ID 0VB023
  1024 x  768 - 32 bpp ( 60 Hz): TEST FAILURE
    failing bit : MDB0 48 49 50 51 52 53 54 55 ...

Failure detected.
Press '1' key to continue ...
_
```

图 3-34　第 2 项测试失败的提示

如果进入 DOS 命令行后，输入“r3memid-nocfg-log”没有出现测试项选择界面，而是出现如图 3-35 所示画面，表示此程序不支持当前显卡，需要更换其他版本的 ATi 显卡测试程序。

```
M6       BAT          22  06-30-08   8:57
M7       BAT          22  06-30-08   8:58
M8       BAT          22  06-30-08   8:58
M9       BAT          22  04-25-09  11:09
TEST     BAT       4,734  02-25-02   0:02
MODS         <DIR>        08-03-09  12:59
VFLOPPY      <DIR>        08-03-09  12:59
A            <DIR>        08-03-09  13:00
BIOS         <DIR>        08-03-09  13:00
MATS         <DIR>        08-03-09  13:00
        15 file(s)        10,552 bytes
         7 dir(s)      2,717.18 MB free

D:\VGA>cd a

D:\VGA\A>r39550 -nocfg -log
R3MEMID version 1.13, (c) Copyright ATI Technologies Inc, 2004

Log file generation enabled to .\R3MEMID.LOG ...
Reference data file (RDF) loading disabled ...
This program requires an ATI Radeon based video adapter.
Press '1' key to continue ...
_
```

图 3-35　程序不支持的提示

如果 ATi 显卡大花，同样需要使用盲测法，不过可以使 R3MEMID 自动执行测试项目，命令是“r3memid -nocfg -log 2”，执行此命令后的效果是自动运行第 2 测试项。如图 3-36 所示，同样，需要按“1”才能保存结果。R3MEMID 的测试结果记录在同目录下的 r3memid.log 文件中，查看方法与 nVIDIA 显卡测试软件的记录文件相同。

```
D:\VGA\A>r3memid -nocfg -log 2

R3MEMID version 1.07, (c) Copyright ATI Technologies Inc, 2003
TEST RESULT SUMMARY:
====================
Rv350 (0x4150) detected.
128M video memory.
Test suite ran 1 of 1 times.
Checking test status array ...
[2  ] Data line toggle (GUI)                        : FAIL
    Error ID 0VB023
  1024 x  768 - 32 bpp ( 60 Hz): TEST FAILURE
    failing bit : MDB0 48 49 50 51 52 53 54 55 ...

Failure detected.
Press '1' key to continue ...
_
```

图 3-36　保存 R3MEMID 测试结果的界面

r3memid.exe 说明部分译文如下。

R3MEMID 使用说明部分译文

R3MEMID 是一个 DOS 程序，其目的是用来定位 R300/R350/RV350 显卡板的失效产品损坏显存。它适用于一系列产品的测试，当失效的时候很可能指出内存的问题。作一些改动，这些测试可以按照定义在 R3MEMID 配置文件里的板上的内存计算出哪个显存芯片引起失效。有些测试产品失效的项目很可能指出显存问题，但是程序中并未包括，因为那些测试在定位坏显存项目的过程要复杂得多。我们正在努力开发下一个版本来支持那些测试项目。

语法与选项

==================

运行 R3MEMID：

r3memid [-选项] <测试选择>

例如：

运行 1#和 2#测试，请输入“r3memid 1 2”。

带错误 ID VB001 运行，请输入“r3memid VB001”。

查看测试列表，请输入“r3memid -nl”。

R3MEMID 可以带下述选项运行：

-bit

报告相应于失效的数据线而不是显存芯片，这个对卡级问题有用。

-board<ID 字符串>

指定程序使用定义在 R3MEMID.cfg 中的哪个配置来定位坏显存芯片。R3MEMID.cfg 里可以有不同显卡的很多内存配置。程序在<ID 字符串>所确定的区域查出显存配置。

-info

显示由 BIOS 在当前板上检察到的显存配置，信息包括：

nbankbit——每个显存芯片的 bank 地址线数目，显示值为 1、2 或者 3。1 = 2 bank 显存，2 = 4 bank 显存，3 = 6 bank 显存。

nrowbit——每个显存芯片的行地址线数目，显示值应该在 9～13。

ncolbit——每个显存芯片的列地址线数目，显示值应该在 7～9。

channel——正在使用的显存通道数，显示值应该是 1 或者 2。

rank——显存 rank 的数目，显示值应该是 1 或者 2。

mem_cntl—— mem_cntl 寄存器内容。

memsize——BIOS 检查到的总显存大小，十六进制数表示。通常的值为：

02000000——32MB 卡

04000000——64MB 卡

08000000——128MB 卡

（译者注：其他卡以此类推）

注意：如果卡上有某些芯片损坏程度使得 BIOS 不能检察到，显示的显存配置信息可能不同于所期望的信息。

-logext

在 r3memid.log 中长的额外信息。额外信息包括失效显存数据总线位完全列表，测试中探查到的总出错相数，以及当时用“-nlog”选项时很多错误显存位置和数据的。

-nlog<#>

当“-logext”启用时，把<#>数目的失效位置和数据记到日志文件中。

例如：“r3memid -nlog100 -logext 3”

这个命令运行测试 3 并把首先遇到的 100 个错误记在 r3memid.log 日志文件中。

-nocfg

禁止程序使用从 R3MEMID.cfg 中查找显存配置，而是使用 BIOS 当前检查到的显存配置并且仅仅报告失效的显存数据线。

注意：如果“board”和“nocfg”都没有使用，程序将从 R3MEMID.cfg 文件中找出一个显存配置，它有一个 PCI 子系统的 ID 和卡上的 PCI 子系统相匹配。

测试列表

==================

R3MEMID 支持 14 测试。

R3MEMID 测试编号	描述	出错 ID
1	填充	VB001
2	数据线切换 （GUI）	VB023
3	读写页面 （GUI）	VB025
4	读写通道 （GUI）	VB028
5	数据掩码	VB006
6	宏+微 8x2 贴图读	VC006
7	字节交换 宏+微 8x2 读	VC018
8	主数据/<f, b>/M2L	TR014
9	Line slopes/dir/P/solid	TR010

配置文件

==================

显存配置和组织随显卡设计不同而不同，如一块显卡可以设计为单显存通道和两个显存芯片，而另一块显卡可能设计为双显存通道和 8 个显存芯片。为计算不同设计的显卡上哪个芯片坏了，R3MEMID 需要从 R3MEMID.cfg 文件里查找信息，该文件含有用户为不同设计的显卡定义的不同显存配置。在第一次对某种显卡设计运行 R3MEMID 之前，我们需要编辑 R3MEMID.cfg 文件添加那种显卡设计的内存配置。

故障查找

==================

当崩溃发生时，R3MEMID 报告正在访问那个显存芯片或显存数据位，这个信息用来帮助发现失效原因。“-logext”把错误信息写在 r3mchip.log 文件中，这在屏幕花到无法阅读信息时很有用的，还有可选的不匹配数据也写入这个文件中。

显存失效的一般原因：

（1）显存芯片坏；

（2）终端电阻损坏或变值；

（3）显存引脚、ASIC 芯片引脚或者排阻的焊接问题；

（4）来自稳压电路的电压出错；

（5）ASIC 芯片坏。

R3MEMID 报告的错误类型及我们应该检查的项目：

（1）单个芯片，单个位失效

- 可能存在排阻、ASIC 引脚或者显存数据引脚焊接问题；
- 若焊接良好，显存芯片可能存在内部问题，试换显存芯片；
- 若替换后不能修复，则失效可能是 ASIC 芯片引起的。

（2）单个芯片，多个位失效

- 若这些位连接到同一个排阻，检查排阻问题；
- 若这些位连接到显存芯片或者ASIC芯片的引脚相互靠近，检查这些芯片焊接质量；
- 若这些位属于同一字节，检查DQM通路；
- 检查电压和像CLK、DQS、CS…等控制信号通路；
- 否则的话，检查每个失效数据位的通路；
- 如果其他都是正常的，试换显存芯片。

（3）单个芯片，所有的位都失效
- 检查电压和像CLK、DQS、CS…等控制信号通路；
- 试换显存芯片。

（4）多个显存芯片，单个通道
- 通常坏显存芯片不多于1个；
- 检查每个显存供电电压；
- 检查如CLK、CS、地址线…等公共控制信号通道；
- 试换显存芯片。

（5）多个显存芯片，多个通道
- 检查每个显存供电电压及稳压电路；
- 检查总线接口；
- 检查ASIC的电压。

R5MEMID、R6MEMID的使用与R3MEMID类似，这里不再详细介绍。



小技巧

测试程序命令复杂，可以编辑一个批处理，简化输入命令的繁琐步骤。作者使用的测试程序选择界面如图3-37所示，其实质就是批处理。

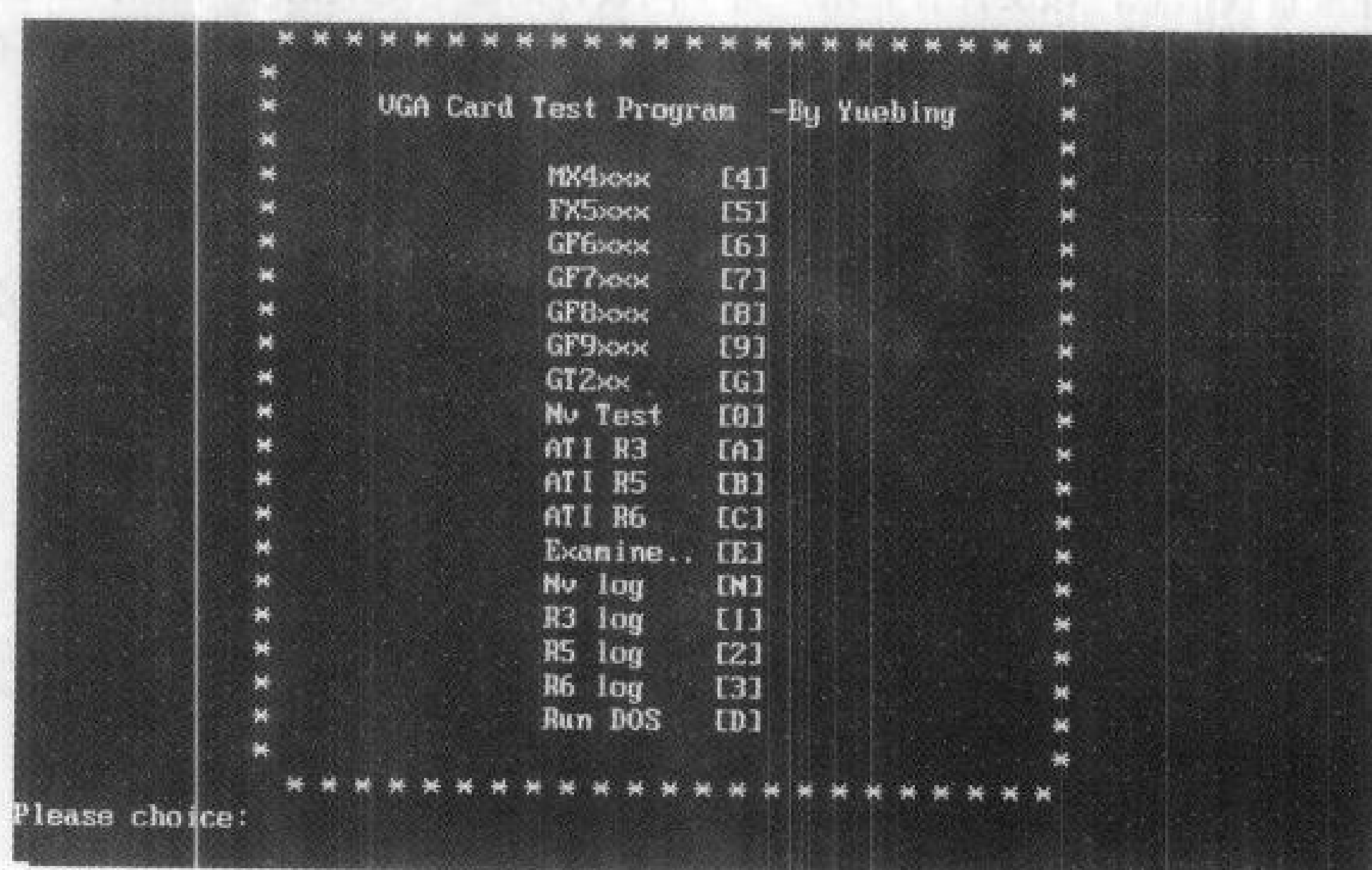


图3-37 测试程序选择界面

3.4.3 显存数据位排列

学完测试程序的使用方法后，知道了如何看测试结果，那么显存数据位是如何排列的

呢？大家应该都知道865以后的主板才开始支持双通道内存，而在显卡中，显存早已经是多通道了，最新的GT200支持A、B、C、D、E、F、G、H 8个通道。不管是nVIDIA显卡还是ATi显卡，其显存排列都是由BIOS定义好的，相同板型的显卡，基本上是相同的，很少有厂家会去改动。

1. nVIDIA显卡显存排列

市场上的显卡常见的nVIDIA显卡是采用A、C两个通道：右边竖排为A通道，上面横排为C通道。常见nVIDIA显卡显存排列如图3-38所示。

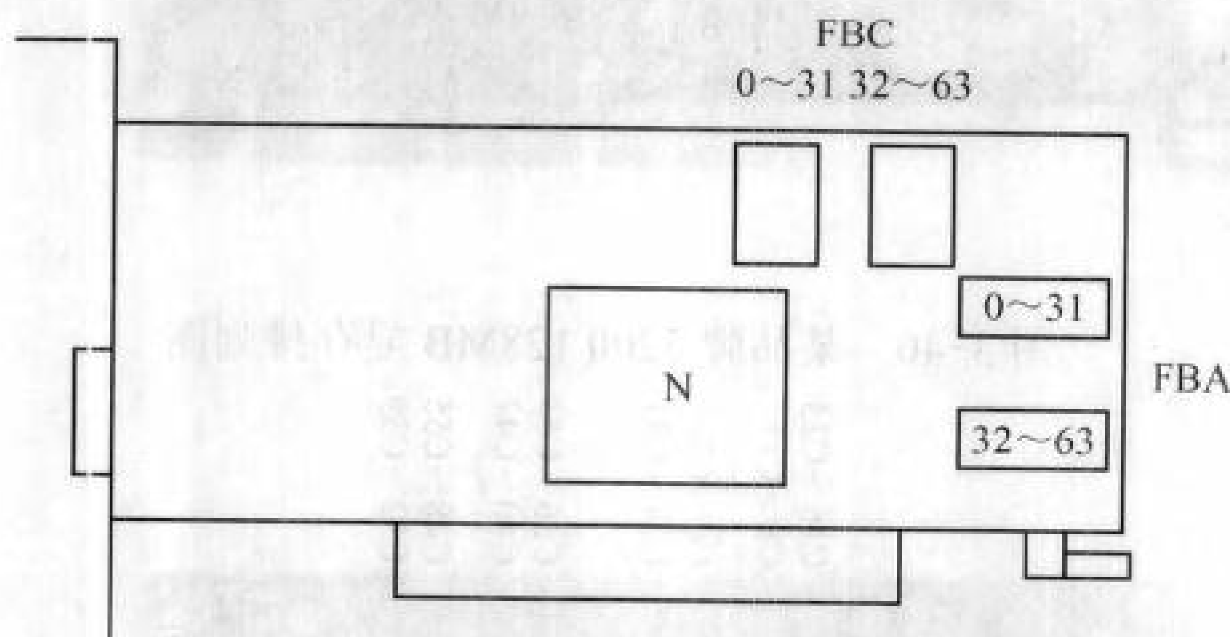


图3-38 常见nVIDIA显卡显存排列示意图

如果为8颗显存的显卡，常见的有两种方式：

（1）如果MATS测试显示有FBA、FBC两个通道，那么显存排列如图3-39所示。

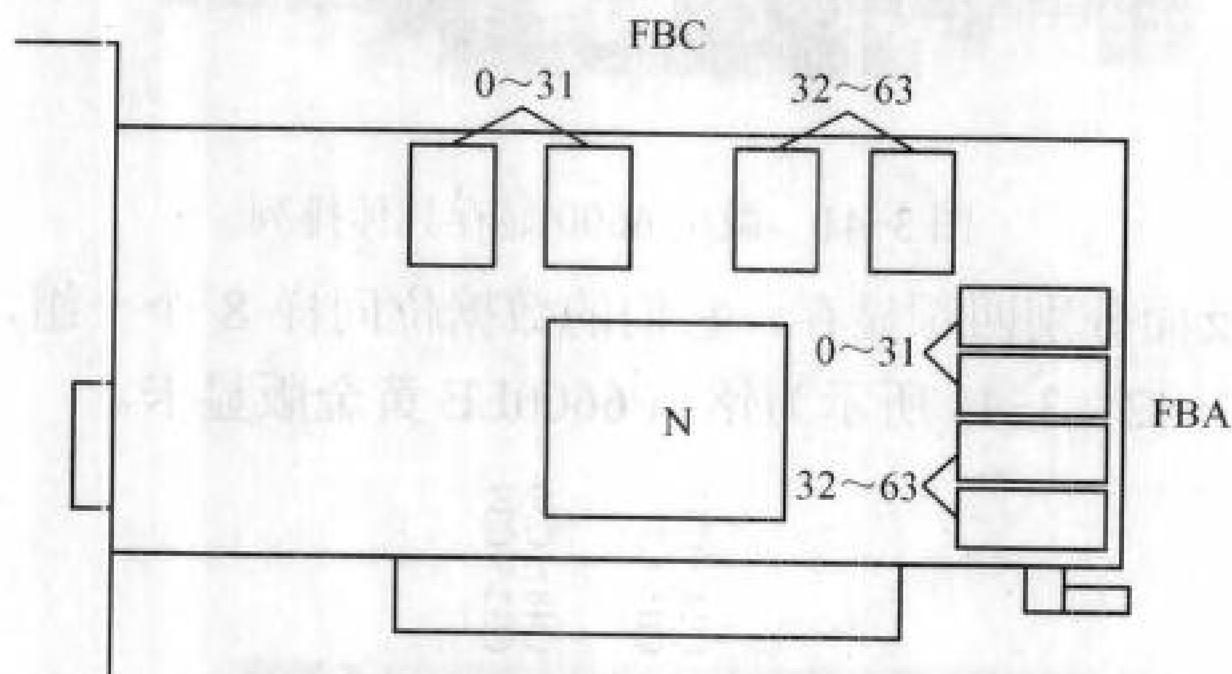
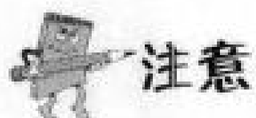


图3-39 8颗显存排列示意图

某品牌5200128MB显卡排列如图3-40所示，8颗显存，分A、C两个通道，排列比较有规律。数据位每8位一组。相连的两组在同一个显存上。

**注意**

每个公司的排列可能都不尽相同，数据可能会交叉排列。微星6600显存具体排列如图3-41所示，8颗DDR显存，每个显存16位，每一列为8个数据位。

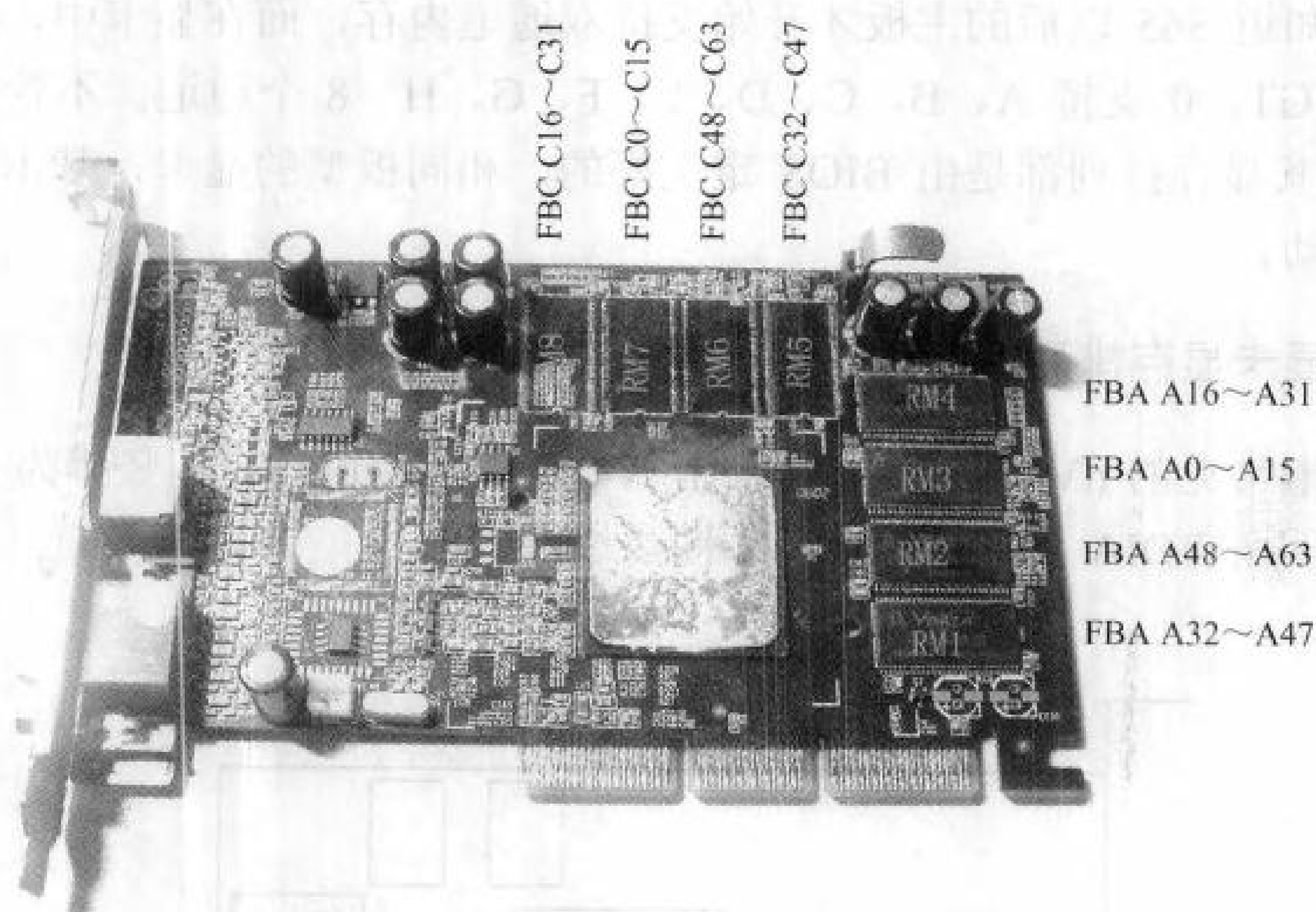


图 3-40　某品牌 5200 128MB 显存排列图

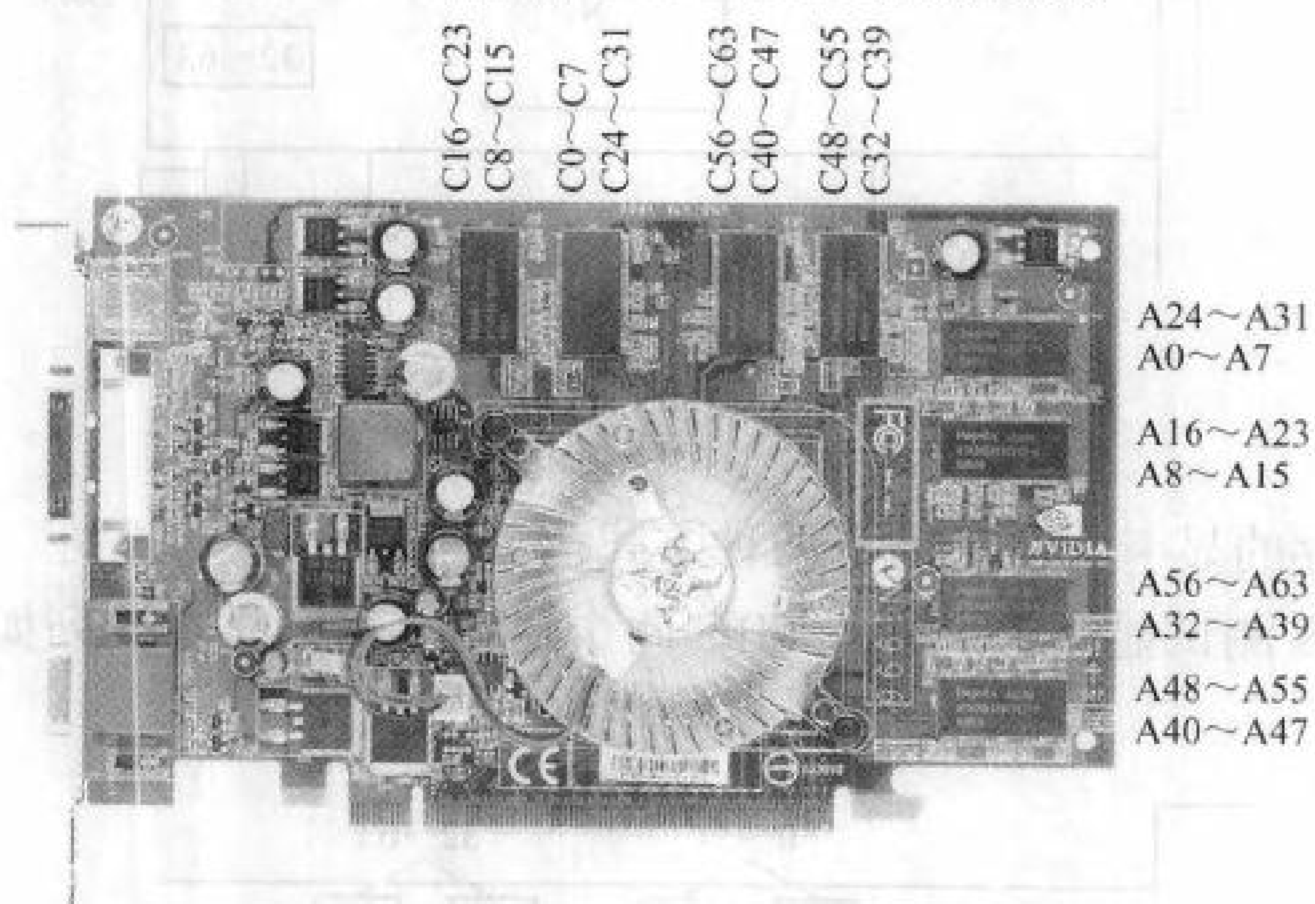


图 3-41　微星 6600 显存具体排列

有的显卡正面和反面分别四颗显存，它们的数据位同样 8 个一组，交叉排列，几乎没有多少规律可找，如图 3-42、3-43 所示为铭瑄 6600LE 黄金版显卡。

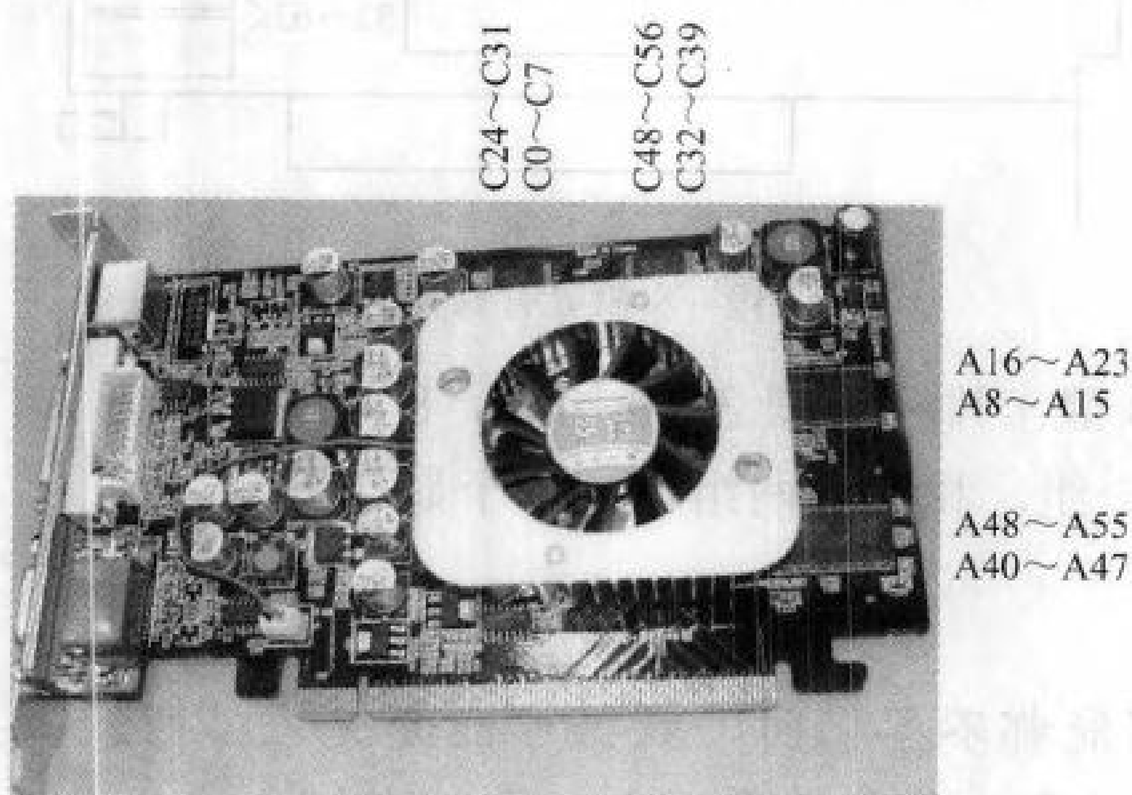
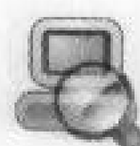


图 3-42　铭瑄 6600LE 黄金版显卡正面 4 颗显存



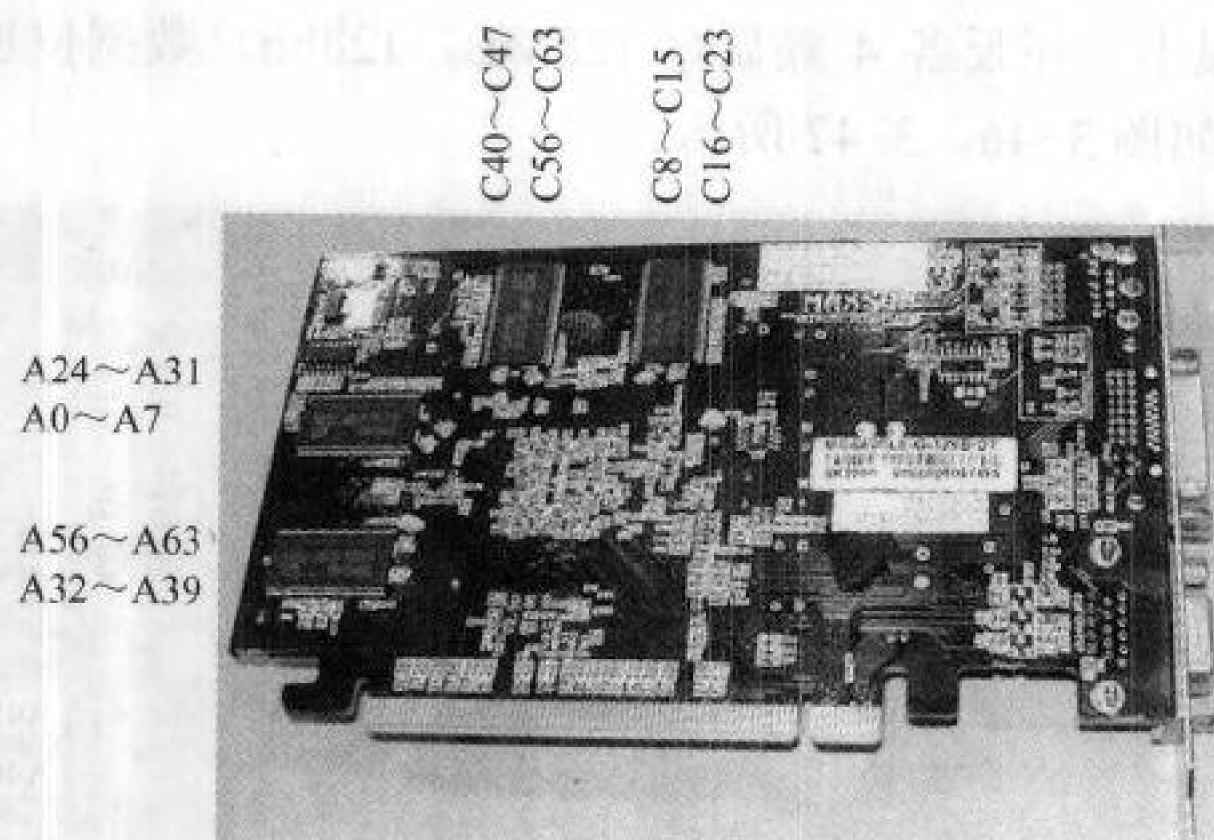


图3-43　铭瑄6600LE黄金版显卡反面4颗显存

（2）如果MATS测试显示只有FBD一个通道（常见为MX系列显卡），那么显存排列如图3-44所示。

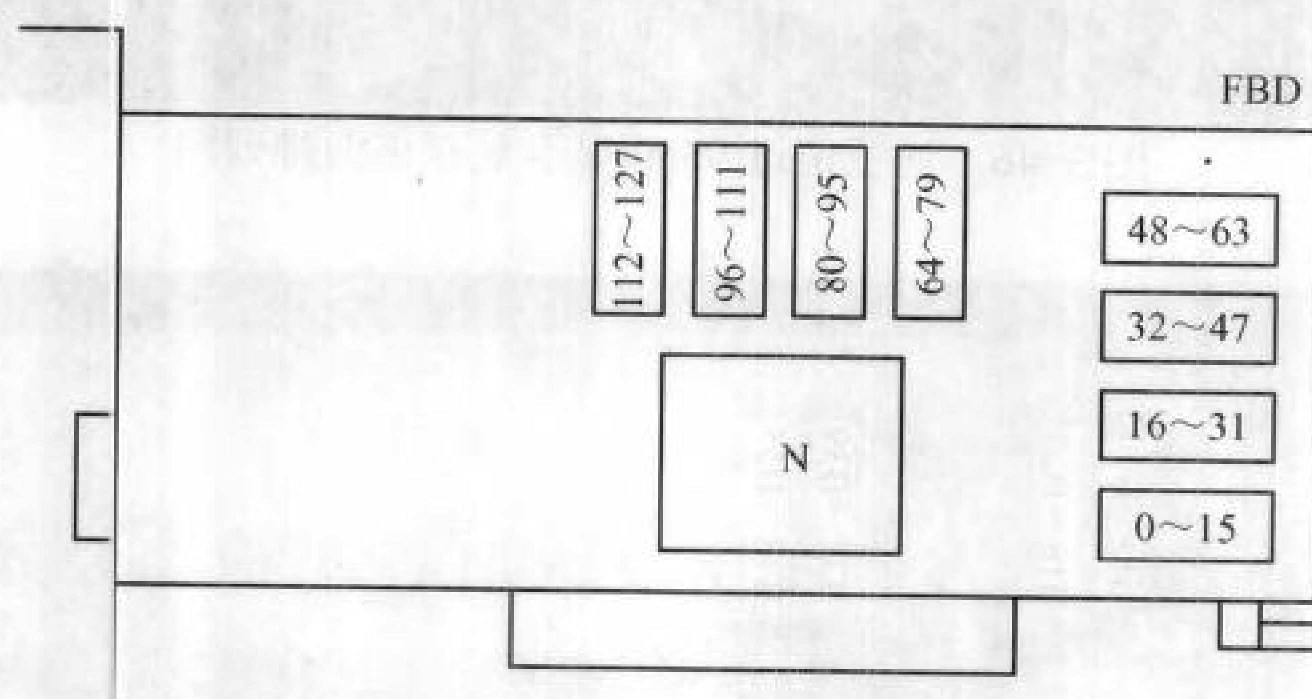


图3-44　单通道显存排列图

2. ATi显卡显存排列

市场上常见的ATi显卡采用A、B两个通道：右边竖排为A通道，上面横排为B通道。常见ATi显卡显存排列如图3-45所示。

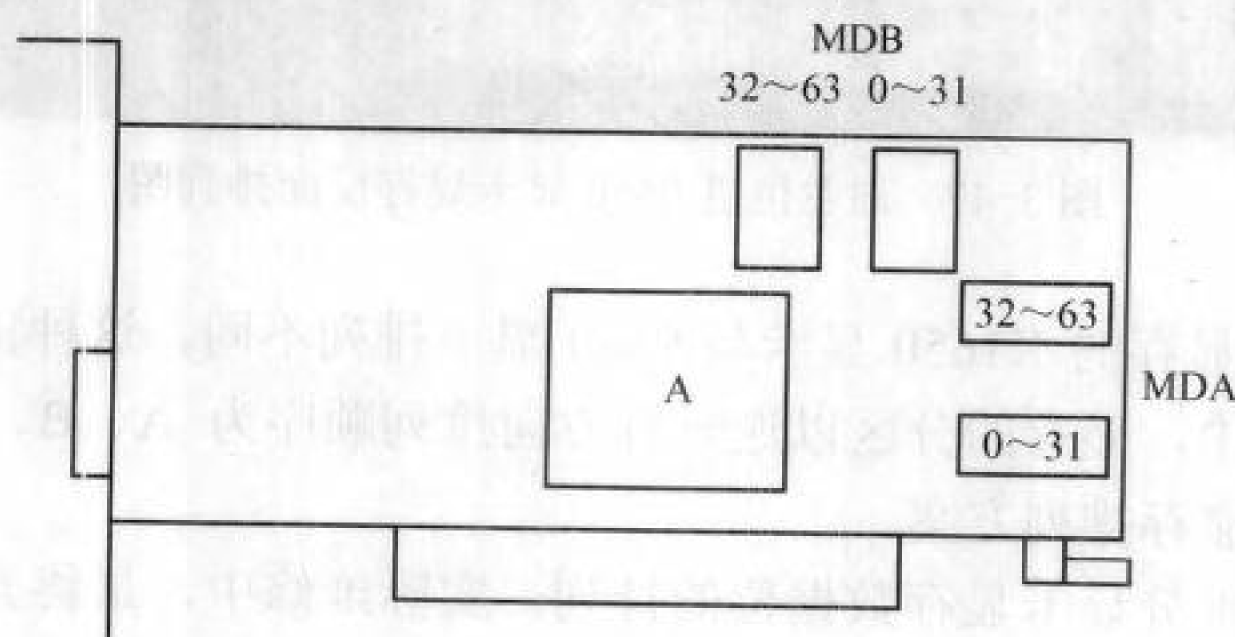


图3-45　常见ATi显卡显存排列示意图

常见的 ATi9550 显卡，正反各 4 颗显存 128MB，128bit，数据位也是交叉排列。迪兰恒进 9550 显卡显存排列如图 3-46、3-47 所示。

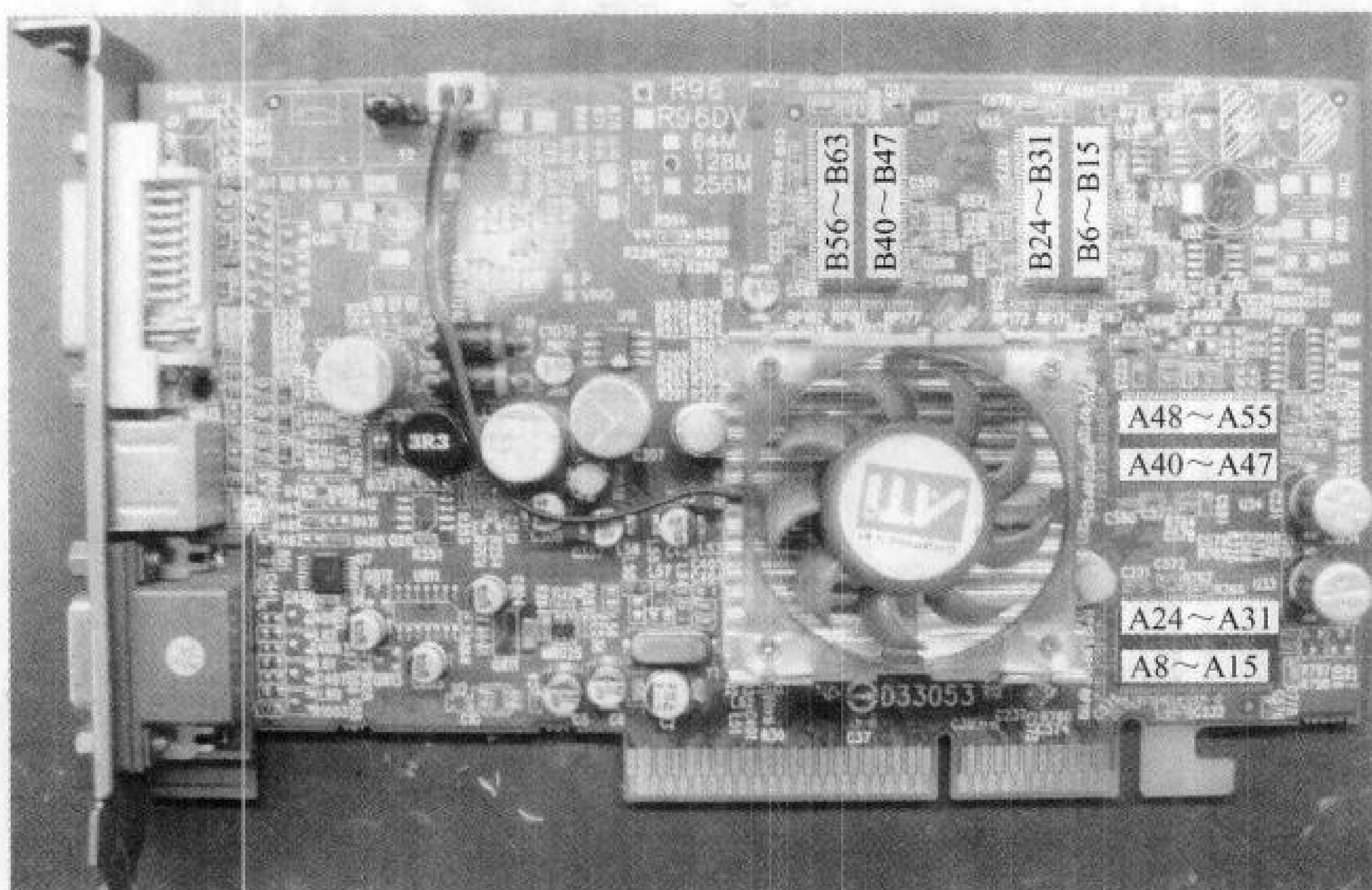


图 3-46　迪兰恒进 9550 显卡显存正面排列图

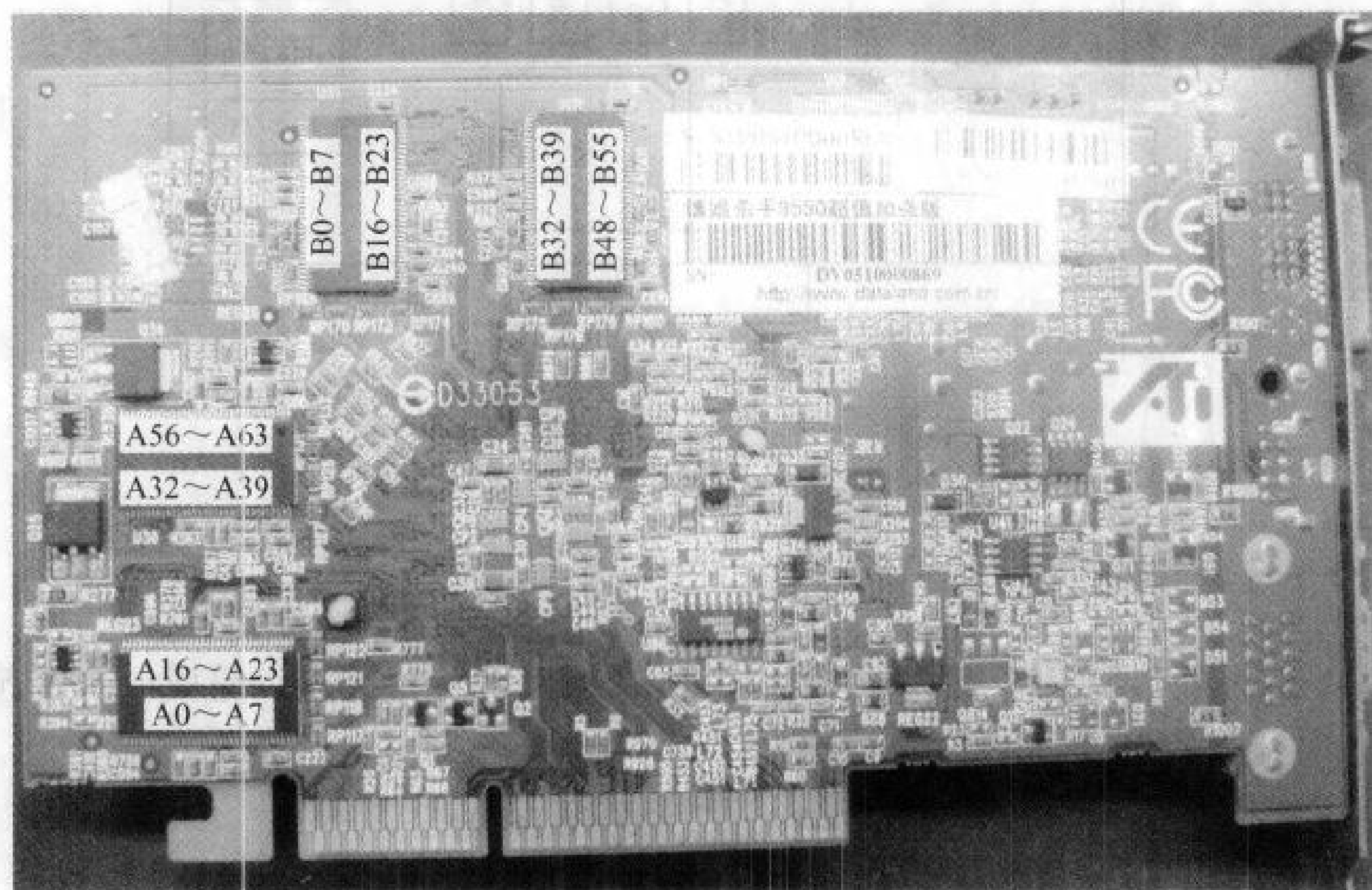


图 3-47　迪兰恒进 9550 显卡显存反面排列图

但是使用 DDR3 显存的 X1650 显卡与 9550 显卡排列不同。这种正面四颗显存、右边两颗，上面两颗的方案中，显存的分区以逆时钟方向排列顺序为 A、B、E、F，在维修中要仔细区分，多总结各种显存排列方案。

这里只是介绍了部分显卡显存数据位的排列。实际维修中，最终判断显存排列的方法是采用“短接法”:

（1）运行测试程序测试一次，记下报错的数据位；

（2）短接显存 65、66 脚测试一次，记录下新增加的报错数据位；

（3）再次短接显存 5、6 脚测试一次，记录下新增加的报错数据位；

因为 DDR x16 显存数据位都是 8 位一组，如此就可以准确判断数据位排列了。

MBGA 封装的显存排列方式与 TSOP 相同，但由于不能采取短接法，只能采取割线法，不过难度比较大，因为很多数据位都是从 PCB 中间层走线的。

3.4.4 花屏的检修思路

（1）对显卡进行全面的外观检查，是否有掉件、烧坏、断线等外观问题。

（2）运行显存测试程序，根据显存排列图找出报错的数据线。必要时需要使用“短接法”才能准确定位报错的数据位。

（3）如果报错的只是独立的某个或几个数据位，可以参照显存脚位定义图测显存数据线的二极体值，也可以更换显存芯片排除。显存与 GPU 间数据线上有串联电阻的如图 3-48 所示，注意检查阻值是否正常。

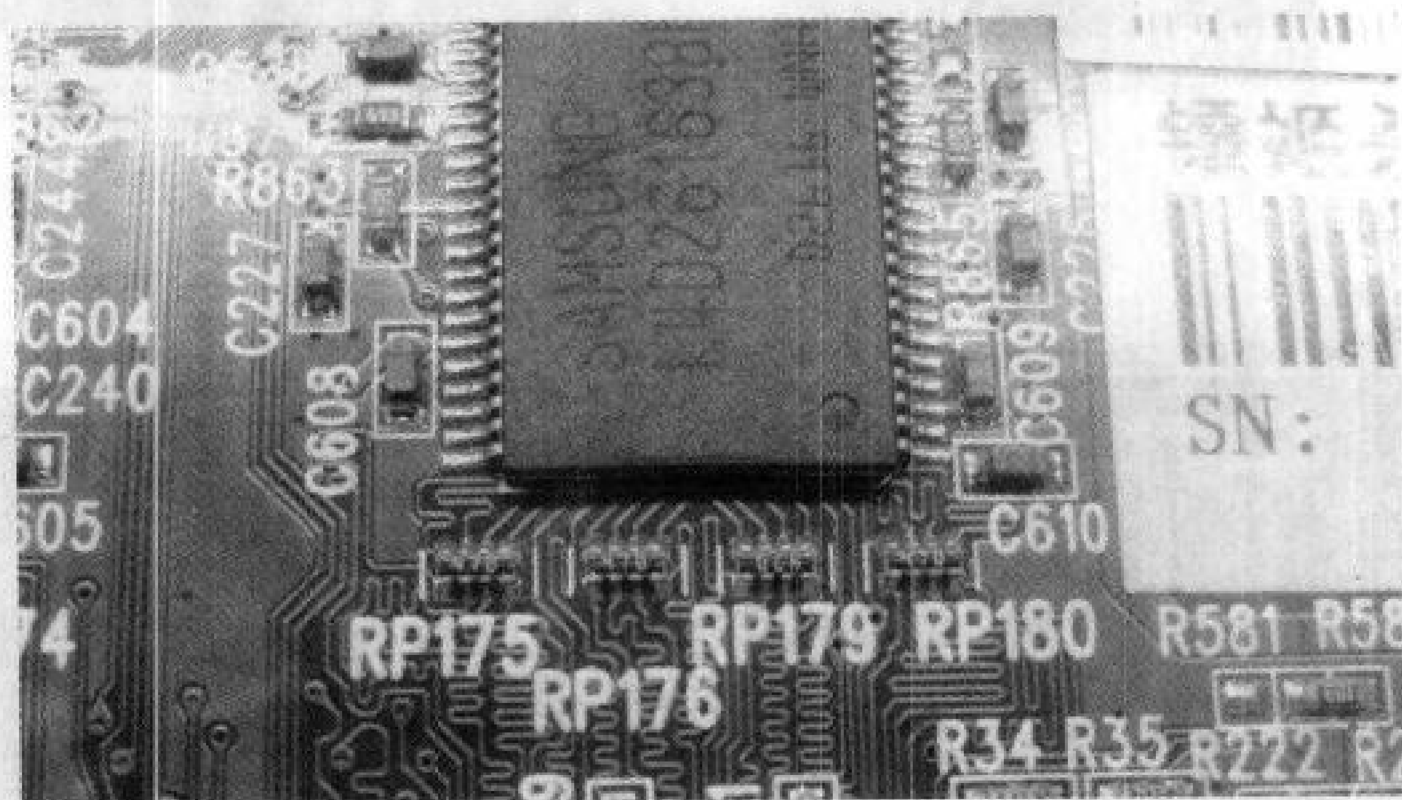


图 3-48 数据线上的串联排阻

（4）如果报错的数据位为 0～7、32～39 这样的整组（8 个为一组），重点检查对应的 LDQS、LDM 对地数值是否正常；如果报错的数据位为 0～31 这样的情况，重点检查显存的时钟信号/控制信号是否正常、地址线是否空焊、显存的工作电压/参考电压是否正常等。

（5）如果整个通道报错，则可能为地址线短路或显存供电不正常，GPU 损坏等。

（6）对于显存报错的，都可以采取替换法排除。例如，A 通道不报错，C 通道报错的显卡，可以把 C 通道数据位报错的显存与 A 通道互换，如果故障依旧，可以说明显存没问题，故障在 GPU 或者显存到 GPU 间的线路；如果错误的数据位在 A 通道了，说明显存坏，更换一颗显存即可修复。

（7）“大花”的显卡，可能为 BIOS 资料损坏，可以考虑刷写 BIOS。

（8）如图 3-49 所示屏幕很多小点，且不断变化，戏称“满天星”，用软件测试的界面显示如图 3-50 所示。此为显存通病，芯片为 DDR3 三星 MBGA 封装的 K4J5532***-BC14

系列，稍微加热一下显存芯片都会导致非常多的数据位错误。需要全部更换显存芯片才可以修复。

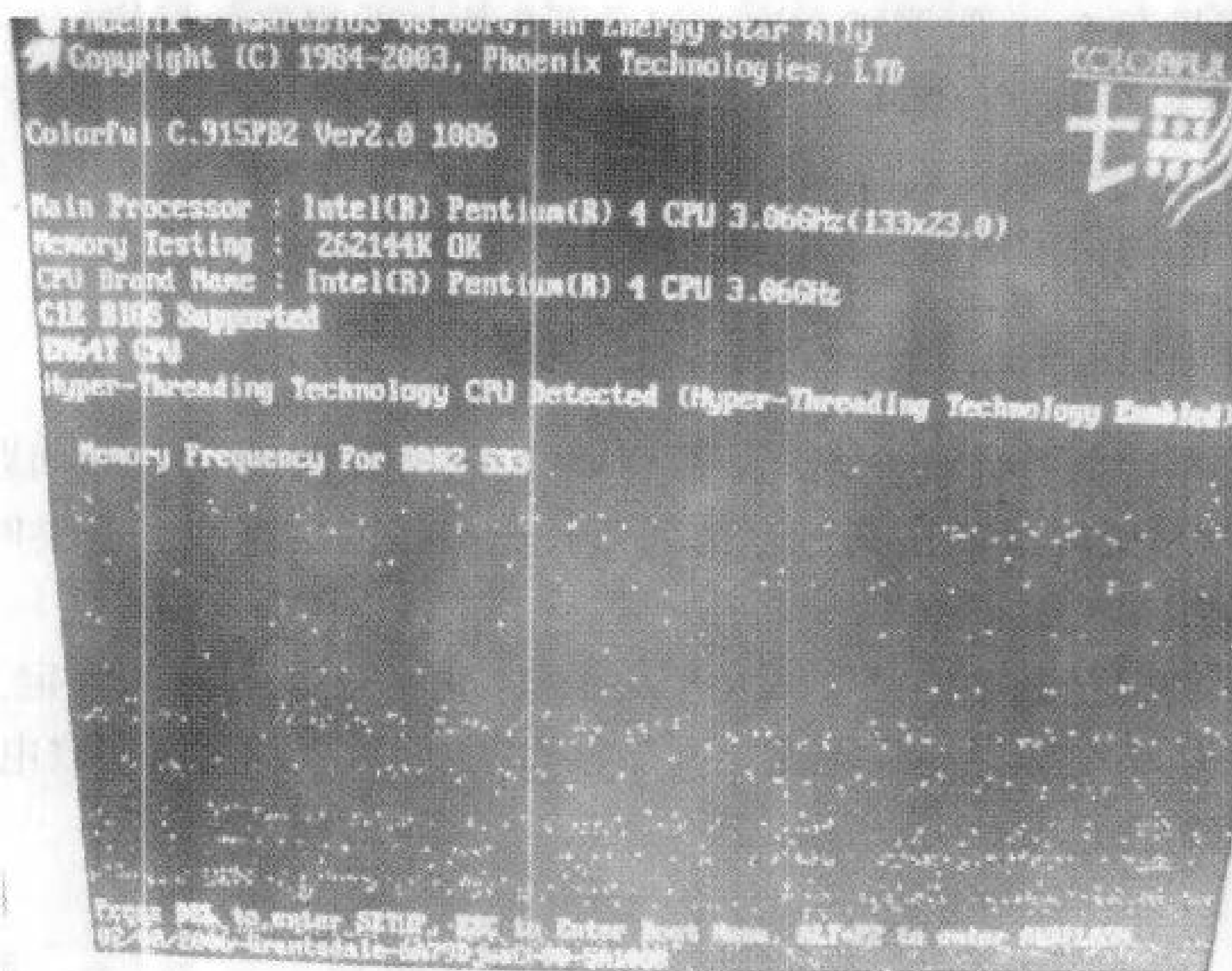


图 3-49 “满天星”故障表现

图 3-50 显存通病“满天星”的测试结果

3.5 其他故障检修

显卡的故障除了无显示和花屏的故障外，还有如缺色、偏色、时亮时不亮、不能安装驱动、玩游戏黑屏死机等其他特殊故障。

先检查外观是否不良以及金手指是否不洁。缺色、偏色显卡的维修参照本书 3.3.6 节；其他故障需要检查供电时钟是否正常，必要时更换供电场效应管和电容；不能安装

驱动的有可能为 GPU 空焊或损坏、BIOS 问题、硬件 ID 错误等，部分显卡显存问题也会导致无法安装驱动；另外显卡本身的散热要特别注意，散热不好轻则导致死机黑屏，严重还会烧坏 GPU。

有些显卡在出厂前进行了超频。把 GPU 厂家规定的工作频率提高一成左右，长时间使用后可能会造成 GPU 的老化，这种情况基本上没有什么硬件上的解决方法，除非是换 GPU，当然也可以用软件的方法解决，把 GPU 和显存的工作频率都降低一些试试。常用的软件有 nVIDIA BIOS Editor（NiBiTor）、Radeon BIOS Editor（RBE）。

3.5.1 nVIDIA 显卡降频

NiBiTor 是现阶段最好的 nVIDIA 显卡 BIOS 编辑工具之一。它操作简便且功能强大，重要的是它可以修改显卡频率。NiBiTor 原版为英文，图 3-51 所示为汉化版界面。

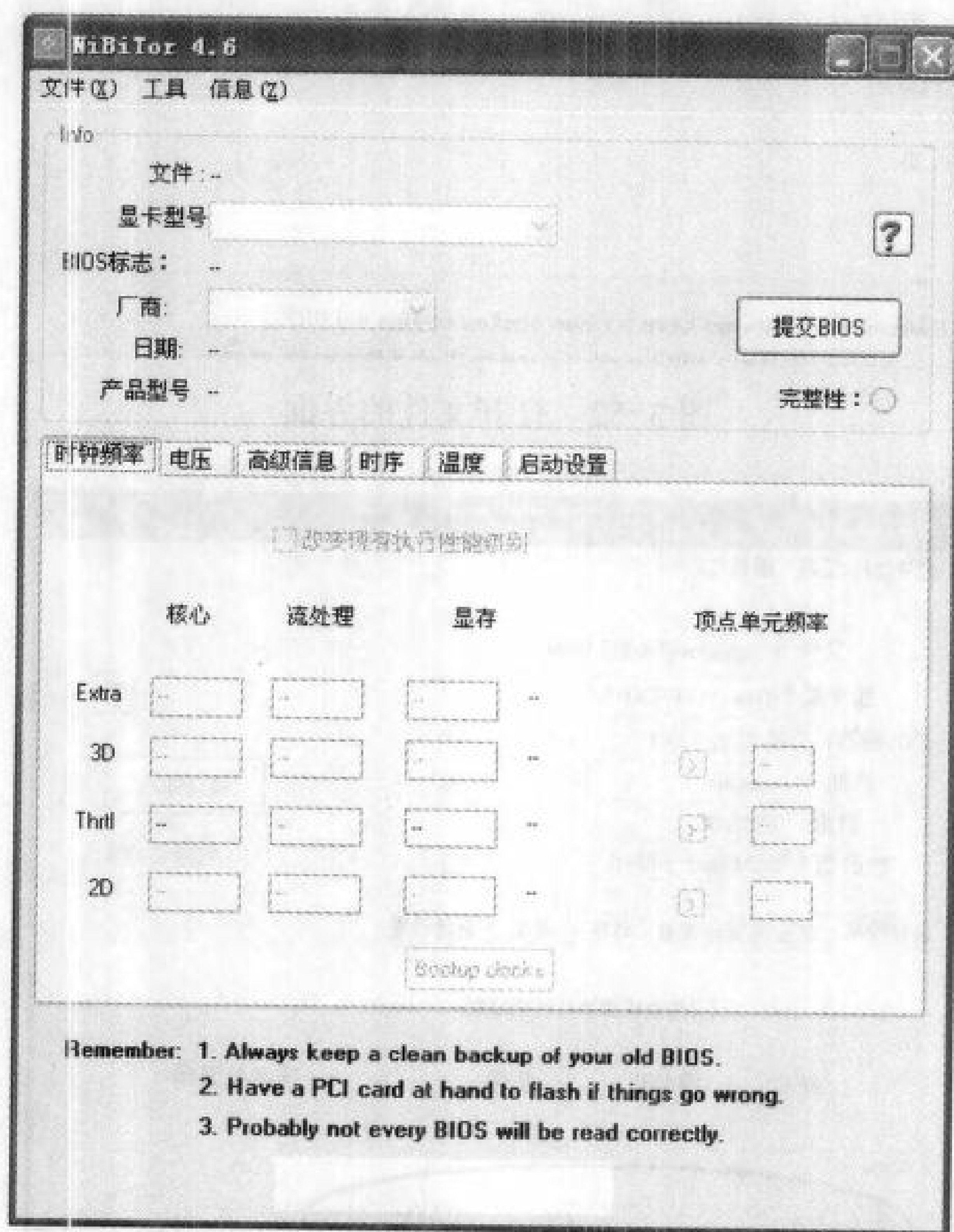


图 3-51 NiBiTor 汉化版界面

首先在 DOS 下将故障显卡的 BIOS 备份成*.ROM 文件（方法参照 3.6 节内容）。

（1）执行菜单“文件”→“打开 BIOS”命令，如图 3-52 所示，从弹出对话框中选择备份的 ROM 格式文件，然后单击“确定”按钮。

（2）打开文件后，将看到频率设置项，调整 3D 频率数值，只需降低核心和显存数值 30 即可，如图 3-53 所示。

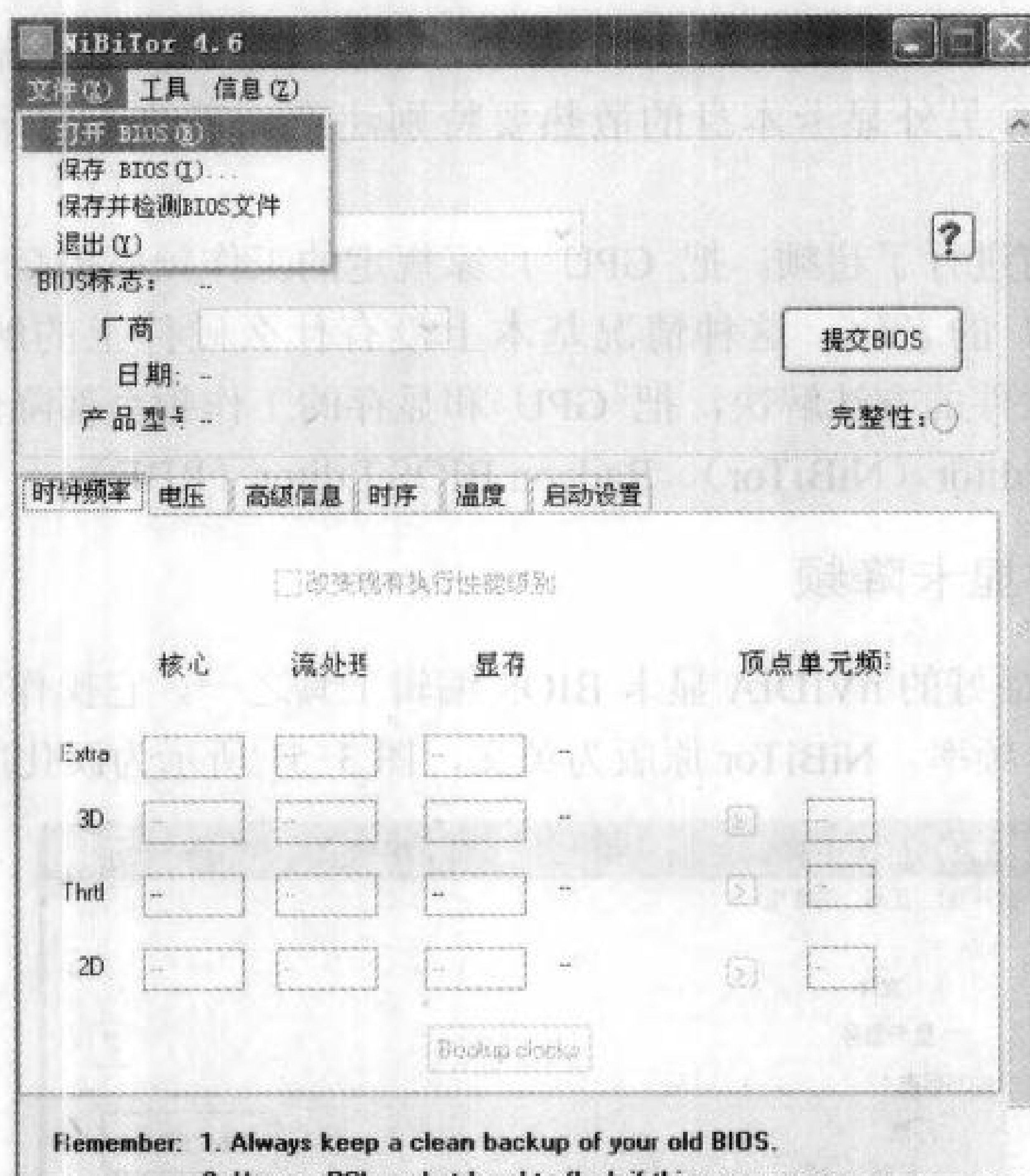


图 3-52 打开文件的界面

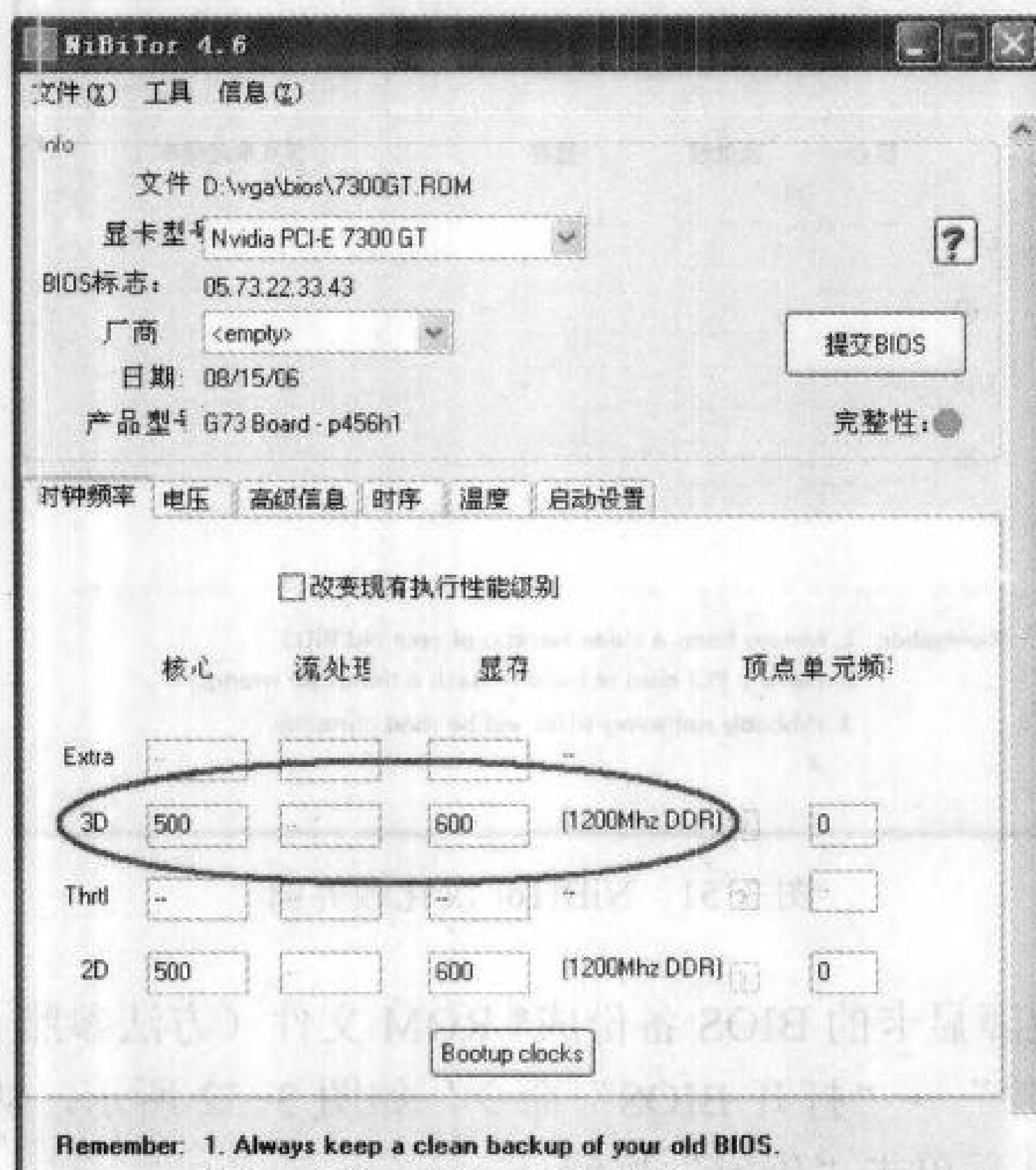


图 3-53 调整频率的界面

（3）执行菜单“文件”→“保存 BIOS”命令，如图 3-54 所示，将更改过频率的 BIOS 保存为 ROM 格式文件。

（4）将保存好的 ROM 格式文件在 DOS 下刷入显卡即可。刷新完毕后，如果显卡故障依旧，基本可以判定为 GPU 坏了。

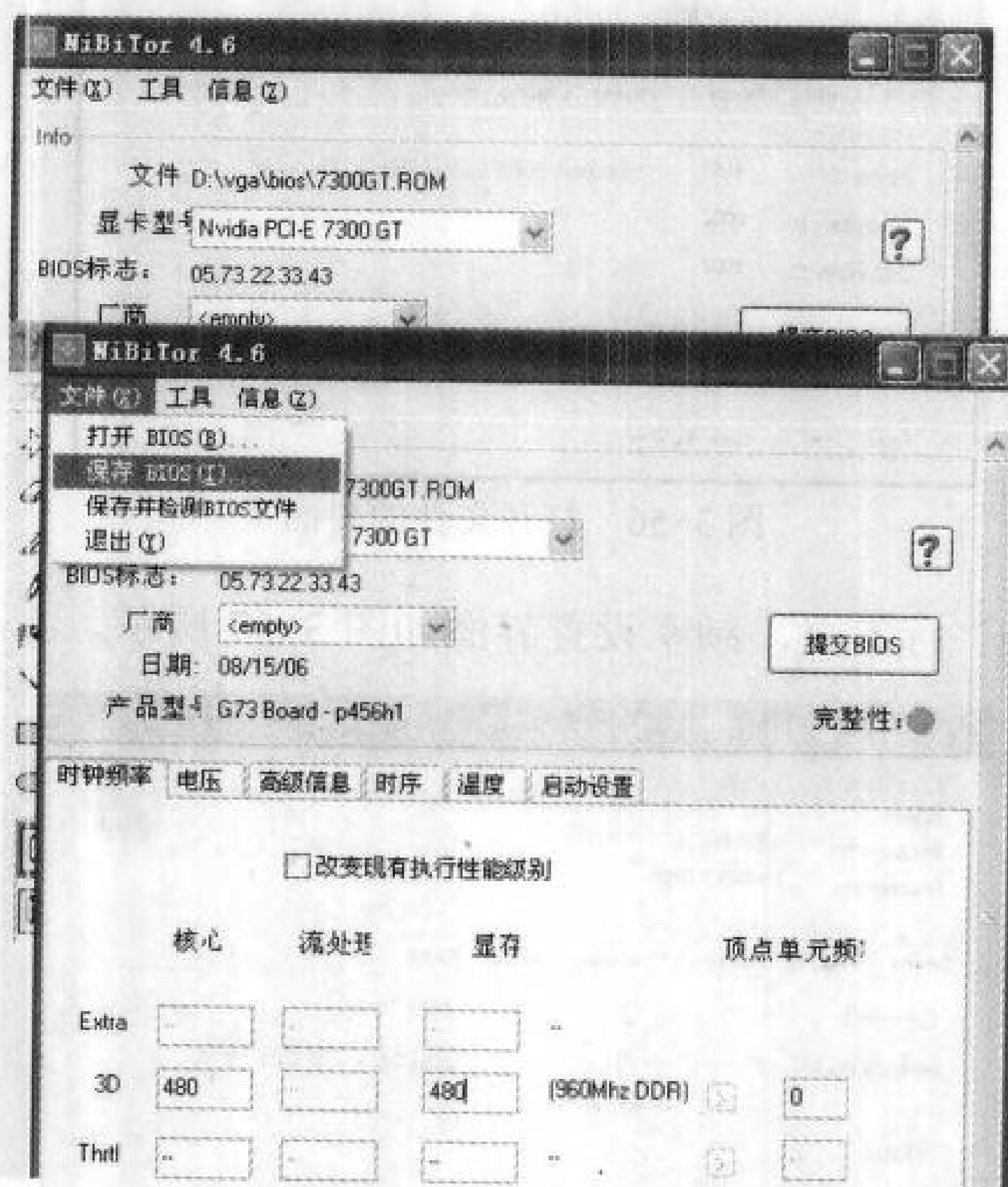


图 3-54　保存 BIOS 的菜单

3.5.2　ATi 显卡降频

ATi 显卡修改 BIOS 的软件有 Radeon BIOS Editor（RBE）和 Radeon BIOS Tuner。Radeon BIOS Tuner 是由一位俄罗斯硬件高手编写的显卡 BIOS 编辑修改工具，具有修改设备 ID、频率等众多非常强大的功能。Radeon BIOS Tuner 的界面如图 3-55 所示。

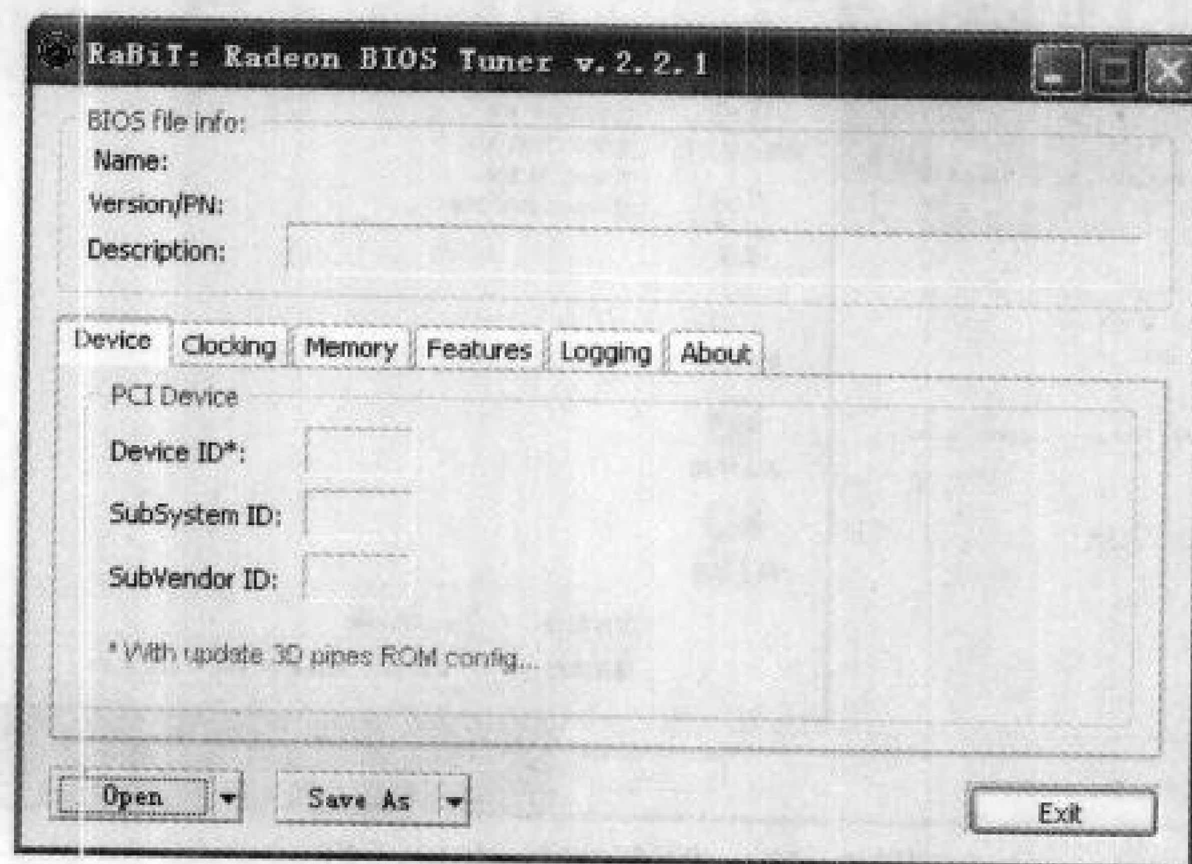


图 3-55　Radeon BIOS Tuner 的界面

（1）单击“Open”按钮，打开 DOS 下备份好的 ROM 文件，如图 3-56 所示。

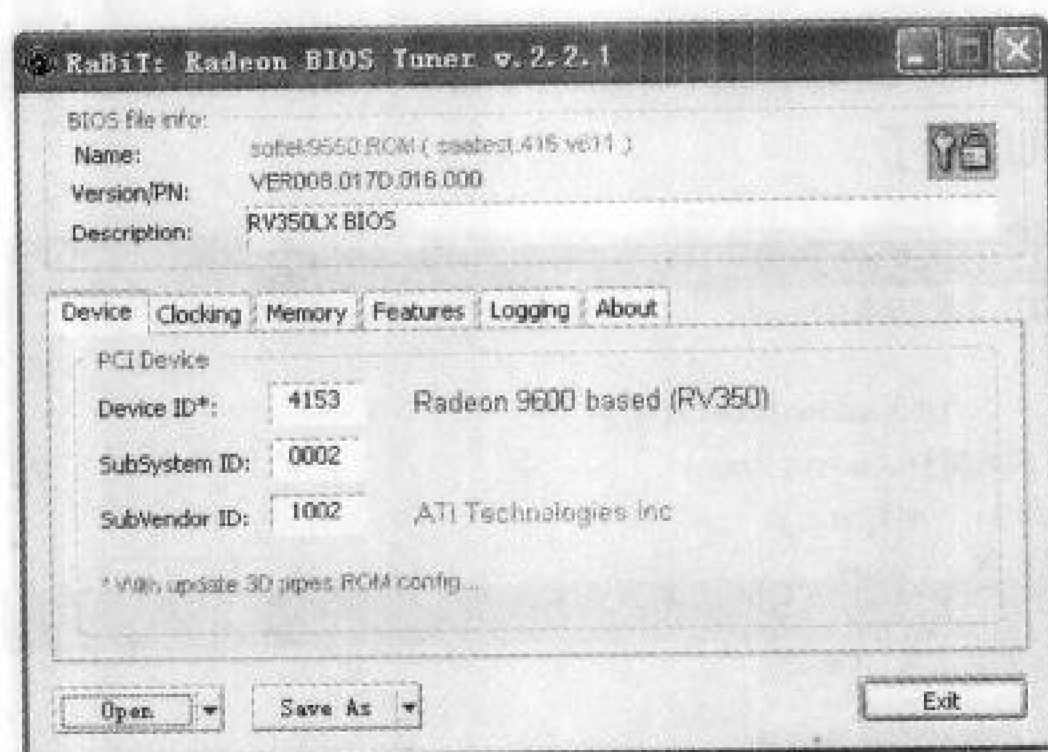


图 3-56　打开文件的界面

（2）单击“Clocking”标签页，频率设置界面如图 3-57 所示。

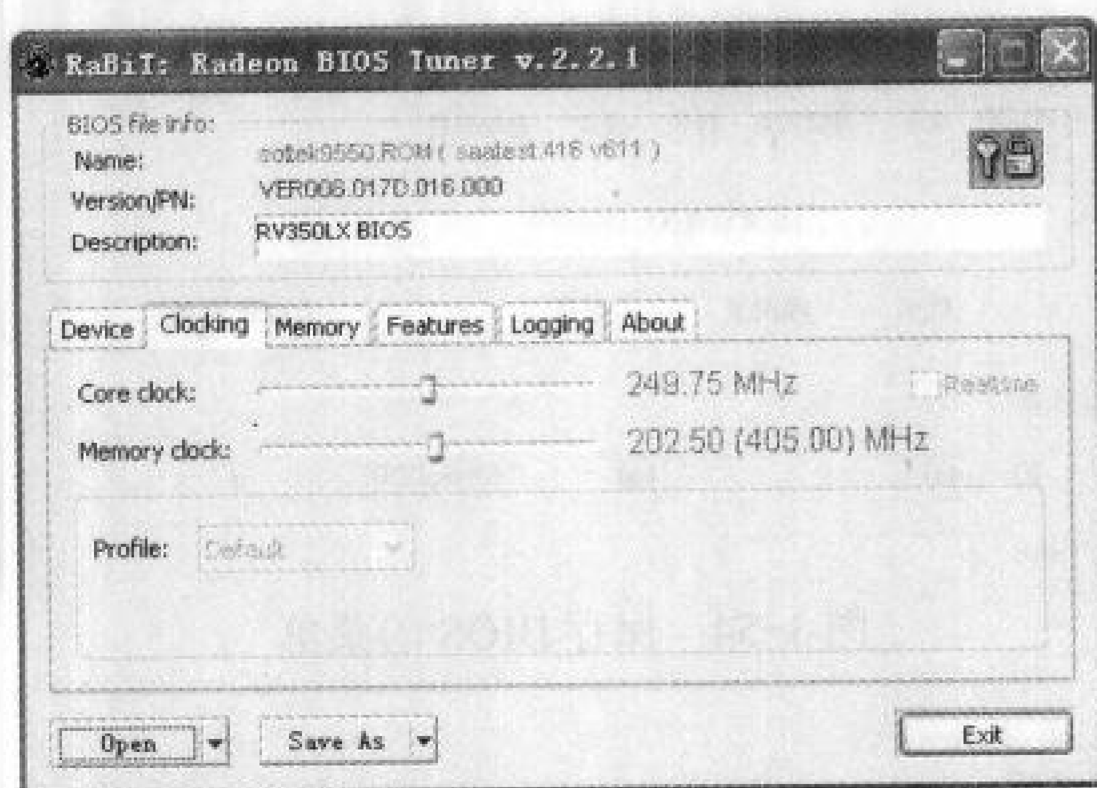


图 3-57　频率设置界面

（3）单击“Save As”按钮，将修改后的内容保存为 RV350.ROM 文件，即可进入 DOS 进行刷写了，如图 3-58 所示。

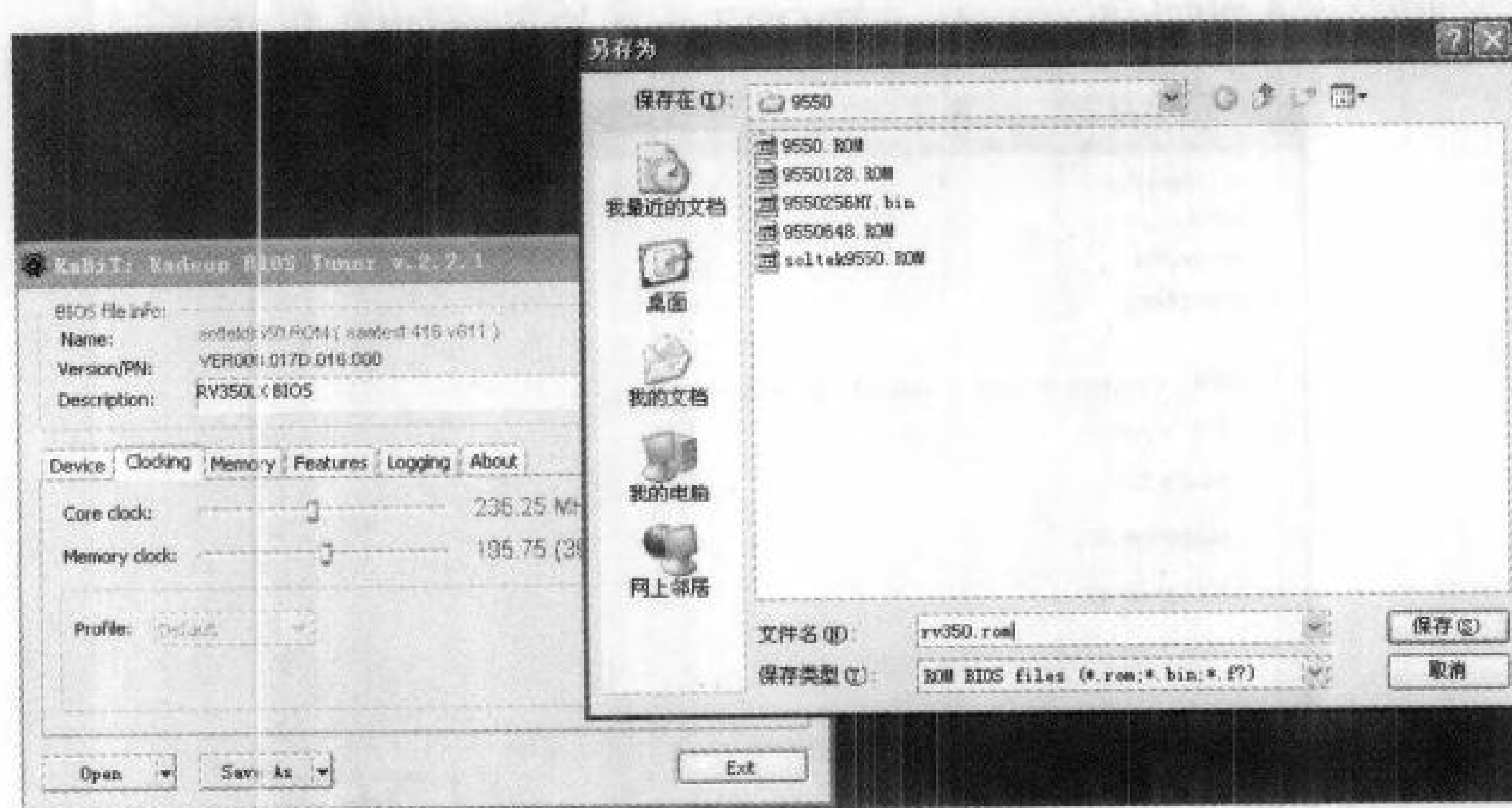


图 3-58　保存文件的对话框

刷新修改过的显卡 BIOS 有很大风险，刷新前必须备份原 BIOS 文件，万一刷完后不显示，可将备份的 BIOS 刷回去。

3.6 显卡 BIOS 刷写

出现如下情况可以考虑刷写 BIOS：

（1）更新 BIOS 失败，导致不显示。

（2）“大花”故障，可能为刷错 BIOS，可以考虑刷写 BIOS。

（3）当主板诊断卡跑到 2A 2B 的时候，测试 BIOS 的片选脚，1 脚有高到低的电平跳变，可以考虑刷写 BIOS（也可能为 GPU 故障）。

（4）显卡不显示，但能检测到核心和 BIOS 信息，可以考虑优先刷写 BIOS。

显卡 BIOS 刷写可以采取两种方法：

第一种是把 ROM 芯片取下来使用编程器刷写；

第二种是在 DOS 下运行显卡 BIOS 刷新程序刷写。

对于无显示或者“大花”的显卡，要刷写 BIOS，需要准备一张 PCI 显卡。如果没有 PCI 显卡，而主板支持双 PCI-E 显卡，也可以在主板上插入两张不同品牌的显卡。例如，待修的那张是 PCI-E 的 ATi 显卡，那么就再插入一张 nVIDIA 显卡。

DOS 下使用的显卡 BIOS 刷写程序，常用的有两种：ATi 显卡的 ATIflash.exe 和 nVIDIA 显卡的 Nvflash.exe。常见的显卡 BIOS 文件为 64KB，也有少数为 128KB，在刷写时要注意区分。

下载地址：迅维网http://www.chinafix.com.cn

3.6.1 ATi 显卡 BIOS 刷写

ATi 显卡刷写 BIOS 的程序命令为 ATIFLASH.exe，常用参数如下：

- ATIflash -i　显示 ATi 显卡的参数信息。
- ATIflash -p 0 abc.rom　将 abc.rom 写入显卡的 ROM 芯片中。
- ATIflash -p -f 0 abc.rom　将 abc.rom 强制写入显卡的 ROM 芯片中。
- ATIflash -s 0 abc.rom　读取显卡 ROM 内容，并以 abc.rom 的名字保存。
- ATIflash -p -f atmel 0 abc.rom　将 abc.rom 写入芯片为 atmel 公司的 ROM 中。
- ATIflash -p -f sst 0 abc.rom　将 abc.rom 写入芯片为 sst 公司的 ROM 中。
- ATIflash /?　获取 ATIflash 的详细说明。

“ATIflash -i”命令如图 3-59 所示，显示该显卡的设备 ID 号、核心型号、Flash 型号、容量等参数信息。

注：ATIflash.exe 改名为 ATI362.exe。

```
D:\VGA>cd bios

D:\VGA\BIOS>ati362 -i

adapter bn dn dID       asic           flash       romsize test    bios p/n
======= == == ==== =============== ============== ======= ==== ===============
   0    01 00 4150 RV350            M25P05/C         10000 pass 113-AA09200-100

D:\VGA\BIOS>_
```

图 3-59　ATi 显卡参数信息的提示

将 9.ROM 文件刷写进 ATi 显卡 EEPROM 的画面如图 3-60 所示。

```
D:\VGA\BIOS>atl362 -p 0 -f 9.rom
Old mem setting: 7040
New mem setting: 7040
Old SSID: 3366
New SSID: 3366
Old P/N: 113-AA09200-100-BT
New P/N: 113-AA09200-100-BT
Old DeviceID: 4150
New DeviceID: 4150
Old Product Name: RV350 P/N 113-AA09200-100-BT BIOS
New Product Name: RV350 P/N 113-AA09200-100-BT BIOS
Old BIOS Version: 008.017D.016.000
New BIOS Version: 008.017D.016.000
Flash type: M25P05/C
10000/10000h bytes programmed
10000/10000h bytes verified

Restart System To Complete VBIOS Update.

D:\VGA\BIOS>_
```

图 3-60　ATi 刷写 BIOS 的提示

3.6.2　nVIDIA 显卡 BIOS 刷写

nVIDIA 显卡刷写 BIOS 的程序命令为 NVFLASH.exe，常用参数如下。

- nvflash -c　检测显卡 ROM 芯片是否支持刷新。
- nvflash abc.rom　将 abc.rom 写入显卡的 ROM 中。
- nvflash abc.rom -4 -5 -6　将 abc.rom 强制写入显卡的 ROM。
- nvflash -b abc.rom　读取显卡 ROM 内容，并以 abc.rom 的名字保存。
- nvflash abc.rom -k　读取显卡 ROM 内容，并与名为 abc.rom 的文件比较。
- nvflash abc.rom -f　将 abc.rom 写入显卡的 ROM 中，然后进行校验。
- nvflash -?　获取刷新程序的详细说明。

nVIDIA 显卡备份 ROM 内容为 7300gt.rom 的界面如图 3-61 所示（注：nvflash.exe 改名为 nv577.exe）。

```
D:\VGA\BIOS>nv577 -b 7300gt.rom

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

Adapter: GeForce 7300 GT      (10DE,0393,0000,0000) H:--:NRM B:01,PCI,D:00,F:00

The display may go *BLANK* on and off for up to 10 seconds during access to the
EEPROM depending on your display adapter and output device.

Identifying EEPROM...
EEPROM ID (1F,0065) : Atmel AT25F512A 2.7-3.6V 512Kx1S, page
Reading adapter firmware image...
Image Size            : 61952 bytes
Version               : 05.73.22.33.43
~CRC32                : F98277E8
Subsystem Vendor ID   : 0000
Subsystem ID          : 0000
Hierarchy ID          : Normal Board
Build Date            : 05/26/06
Modification Date     : 08/15/06
Saving of image completed.

D:\VGA\BIOS>_
```

图 3-61　nVIDIA 显卡备份 BIOS 的提示

接下来图解 nVIDIA 显卡 BIOS 刷写过程，输入命令“nv577 7300gt.rom”后，出现提示信息：更新显卡固件？按“Y”键确定，按任意其他键取消操作，如图 3-62 所示（NVFLASH.exe 已改名为 NV577.exe）。

```
D:\VGA\BIOS>nv577 7300gt.rom

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

Checking for matches between display adapter(s) and image(s)...

Adapter: GeForce 7300 GT      (10DE,0393,0000,0000) H:--:NRM B:01,PCI,D:00,F:00

Current      - Version:05.73.22.33.43 ID:10DE:0393:0000:0000
               G73 Board - p456h1    (Normal Board)
Replace with - Version:05.73.22.33.43 ID:10DE:0393:0000:0000
               G73 Board - p456h1    (Normal Board)
Update display adapter firmware?
Press 'y' to confirm (any other key to abort): _
```

图 3-62　确认刷写的提示

按“Y”键后，出现如图 3-63 所示界面，表示正在更新 EEPROM，此过程键盘三个指示灯会轮流闪亮。

```
D:\VGA\BIOS>nv577 7300gt.rom

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

Checking for matches between display adapter(s) and image(s)...

Adapter: GeForce 7300 GT      (10DE,0393,0000,0000) H:--:NRM B:01,PCI,D:00,F:00

Current      - Version:05.73.22.33.43 ID:10DE:0393:0000:0000
               G73 Board - p456h1    (Normal Board)
Replace with - Version:05.73.22.33.43 ID:10DE:0393:0000:0000
               G73 Board - p456h1    (Normal Board)
Update display adapter firmware?
Press 'y' to confirm (any other key to abort):  y
The display may go *BLANK* on and off for up to 10 seconds or more during the up
date process depending on your display adapter and output device.

Identifying EEPROM...
EEPROM ID (1F,0065) : Atmel AT25F512A 2.7-3.6V 512Kx1S, page
Clearing original firmware image...
.
Storing updated firmware image...
.._
```

图 3-63　更新中的提示信息

稍等一会后，出现更新成功的界面，如图 3-64 所示。

大多数显卡厂商官方网站都不提供 BIOS 程序下载，所以需要平时多积累并在论坛与大家交流共享。

如果 BIOS 刷写过程中提示如下：

（1）提示显卡类型不匹配，可考虑使用强制刷写。

（2）若强制刷写仍然不行，可能是 ROM 芯片坏、GPU 空焊或者损坏。可通过打 ROM 1、2、5、6 脚数值来判断（需拆除相连的上拉电阻）。

```
Checking for matches between display adapter(s) and image(s)...

Adapter: GeForce 7300 GT      (10DE,0393,0000,0000) H:--:NRM B:01,PCI,D:00,F:00

Current      - Version:05.73.22.33.43 ID:10DE:0393:0000:0000
               G73 Board - p456h1   (Normal Board)
Replace with - Version:05.73.22.33.43 ID:10DE:0393:0000:0000
               G73 Board - p456h1   (Normal Board)
Update display adapter firmware?
Press 'y' to confirm (any other key to abort):  y
The display may go *BLANK* on and off for up to 10 seconds or more during the up
date process depending on your display adapter and output device.

Identifying EEPROM...
EEPROM ID (1F,0065) : Atmel AT25F512A 2.7-3.6V 512Kx1S, page
Clearing original firmware image...
.
Storing updated firmware image...
.......
Verifying update...
Update successful.

D:\VGA\BIOS>_
```

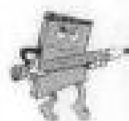
图 3-64　更新成功的界面

第 4 章

焊接技巧

- ◎ 电解电容焊接
- ◎ PCB 断线修补
- ◎ 金手指修补
- ◎ TSOP 封装的焊接
- ◎ mBGA 封装的焊接
- ◎ GPU 加焊
- ◎ GPU 植株

若想修复显卡故障，需要扎实的动手能力和熟练的焊接技巧。对于贴片电容、电阻的焊接，可以使用热风枪。



注意

新手宜使用低风速，不要把零件吹跑了。

本章主要讲解常用的焊接技巧和注意事项。由于焊接方法和技巧多种多样，本文仅供新手参考之用。

4.1 电解电容焊接

直插式电解电容是显卡中最常见的元件。由于显卡工作环境比较差、温度高，部分质量不好的电容非常容易出现鼓包、爆裂等现象。

有的维修人员，对于电容的焊接都是使用吸锡器将锡孔吸空，然后插入电容焊接。这样的方法并不是不可取，只是有点繁琐，耗费时间而已。

其实，直插式电解电容的焊接有更简单的方法，步骤如下：

（1）将电烙铁换上刀头，温度调节到 380℃，同时给电容的两个引脚加热，同时加一点锡。这样电容很轻松就可以拔下来了。

（2）接下来取一只剪好脚的同规格电容，看清正负极，将显卡竖立，左手拿住电容并对准锡孔（见图 4-1）。

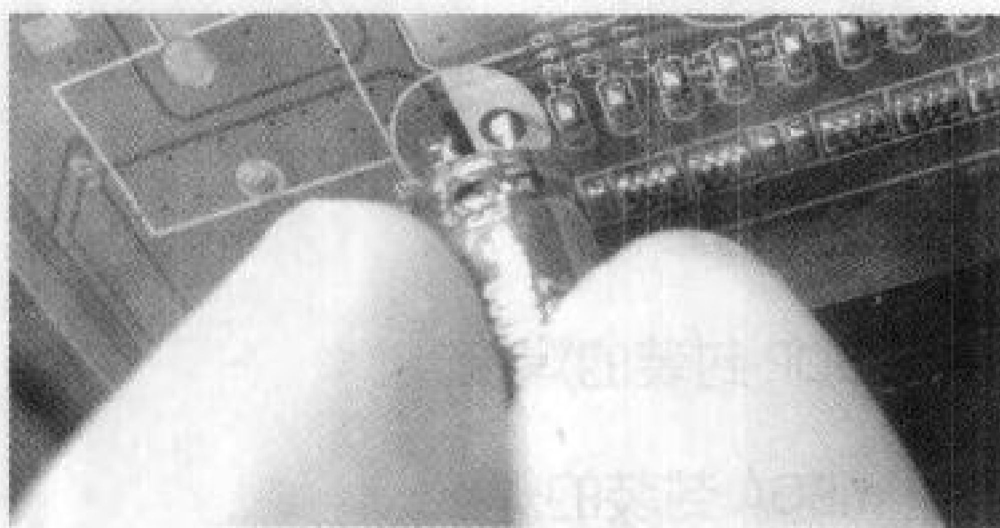


图 4-1 电容对准锡孔

（3）右手持烙铁同时加热两个孔（如果锡不够可以稍微加一点，见图 4-2），即可顺利将电容插入。

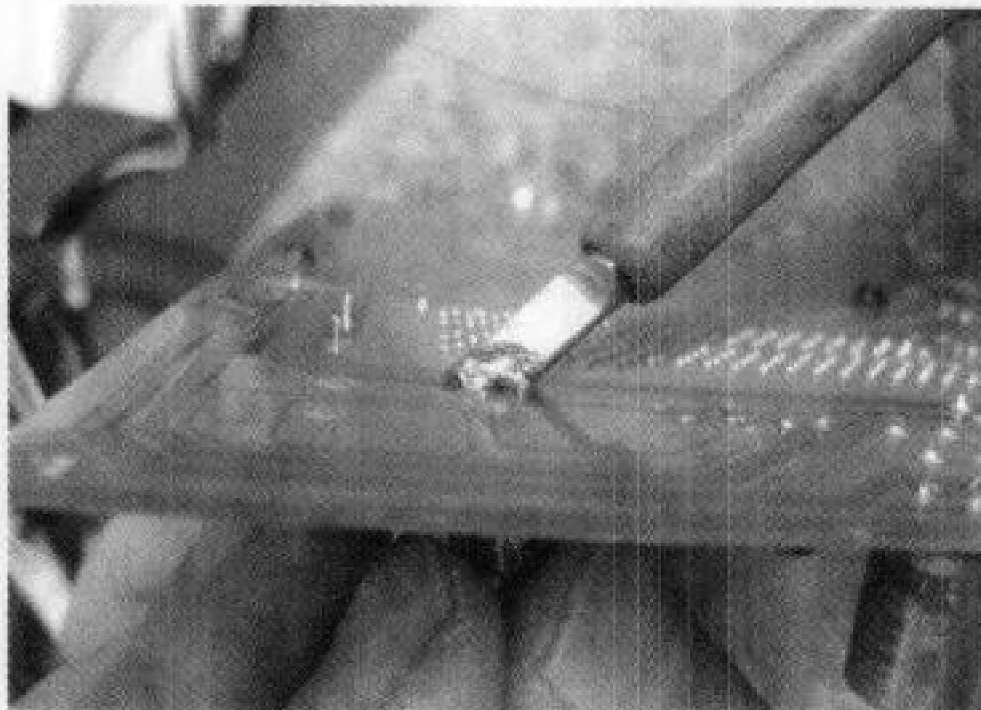


图 4-2 同时加热两个孔

（4）焊接完毕后，注意给电容脚分别加锡成45°圆锥状，不要有连锡、锡尖、虚焊等。

4.2 PCB断线修补

PCB 断线有的是由于电流突然变大把线烧断（见图 4-3），也有的是因为相互摩擦碰撞的时候把线给碰断了。在拿到一块显卡的时候如果已经判断故障是 PCB 线路损坏的话，就需要补线了，具体步骤如下：

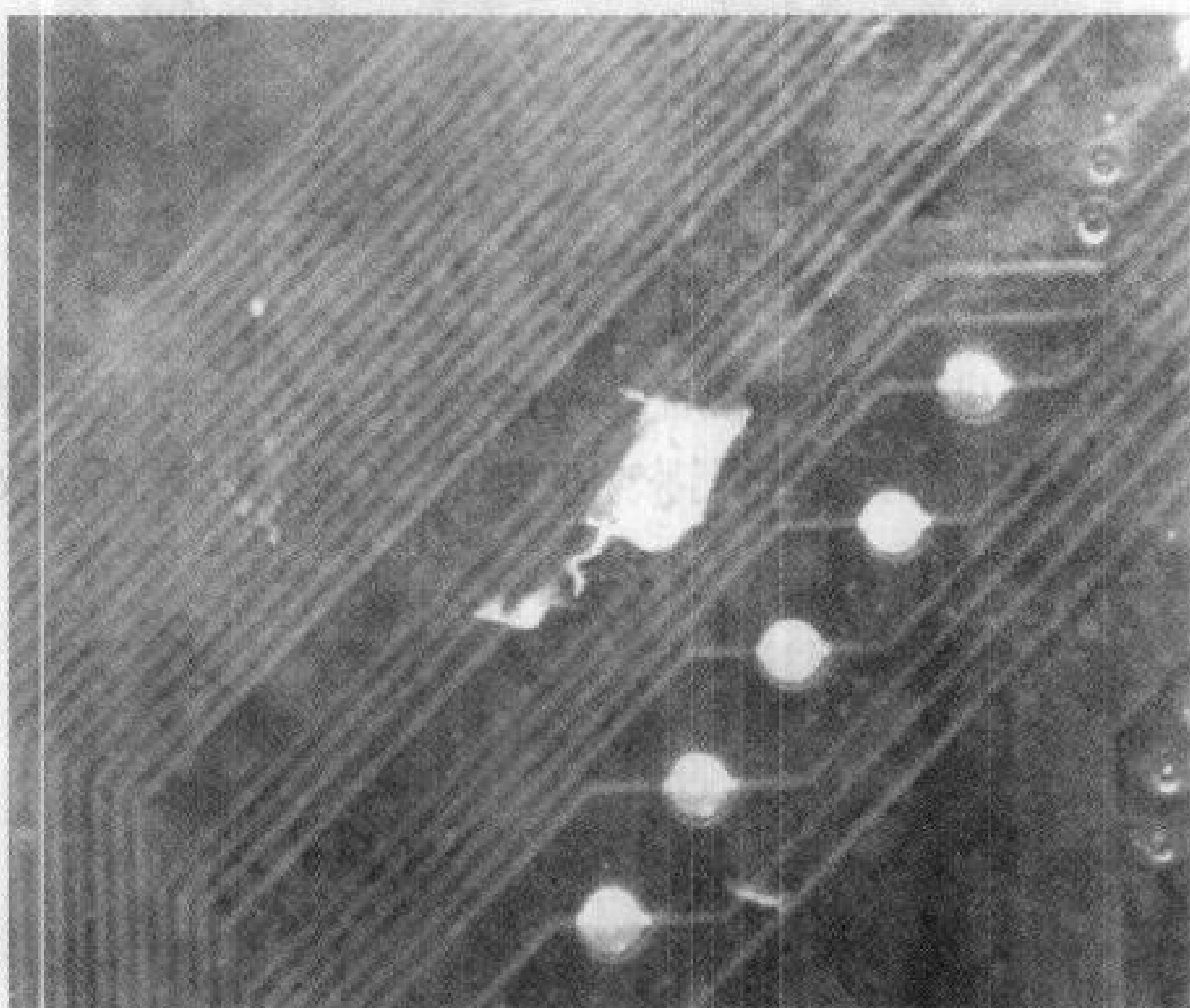


图 4-3 被烧断的 PCB 断线

（1）使用刀片把断线表面的漆刮去，露出铜线，如图 4-4 所示。

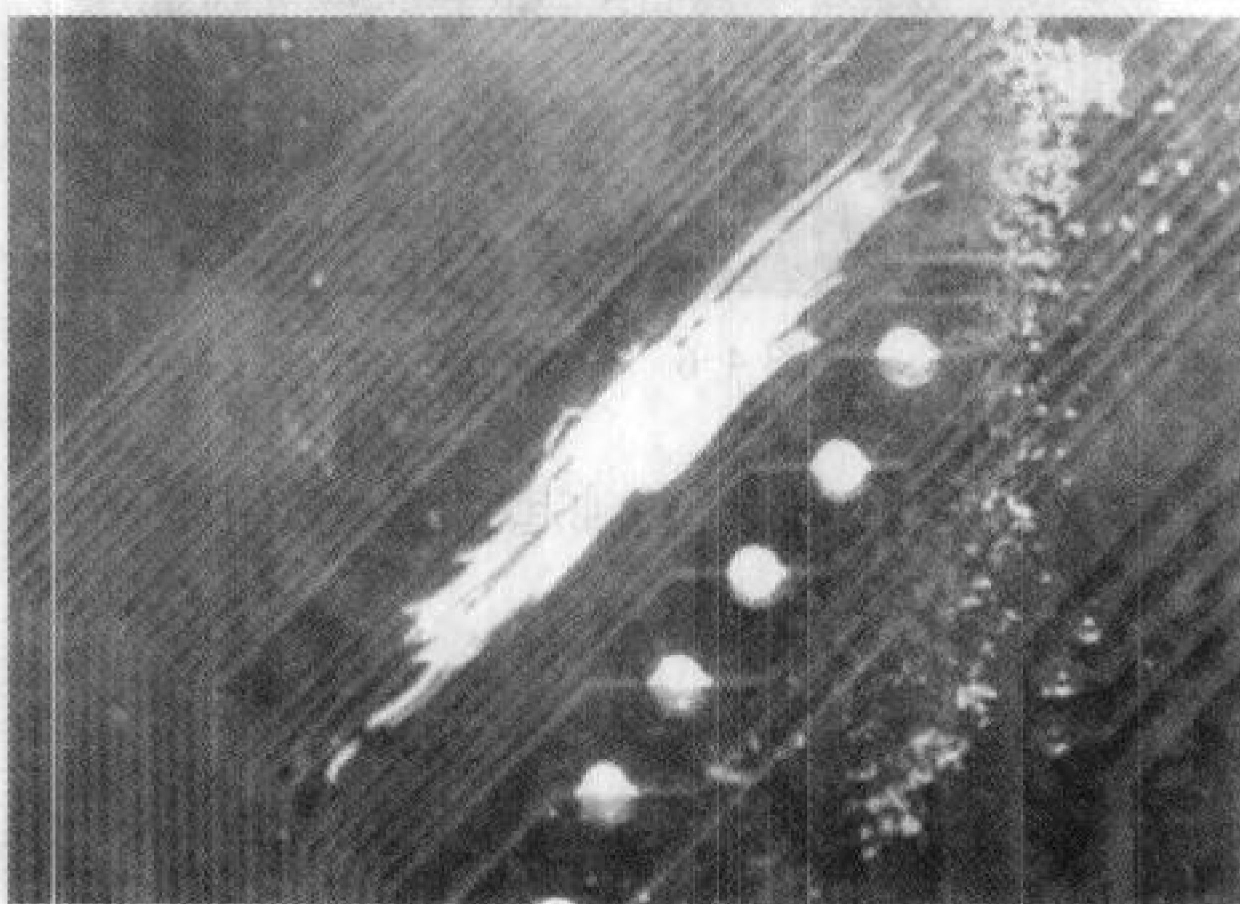


图 4-4 露出铜线

（2）在铜皮上涂上焊膏并且使用烙铁在铜线上面进行加锡。由于金属是可以沾锡的。所以铜线如果加上锡的话表面就会变成银白色，如图 4-5 所示。

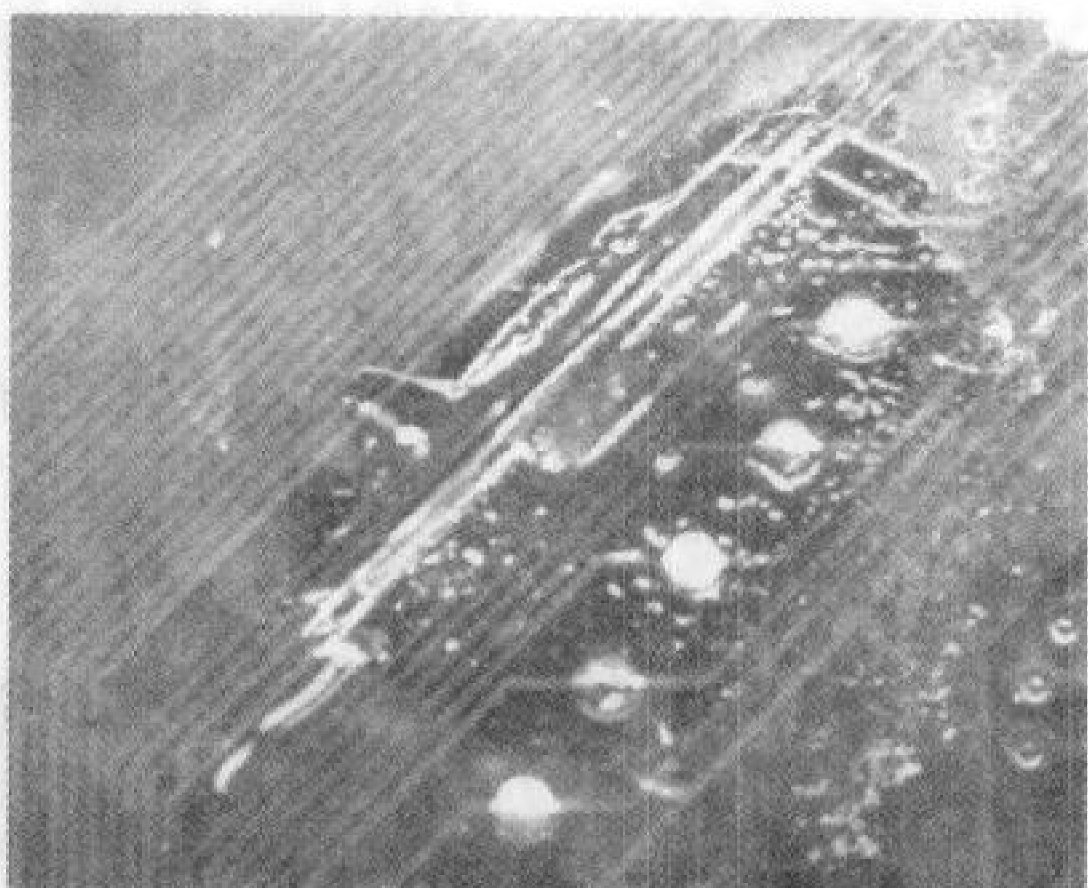


图 4-5　给铜线上锡

（3）找一根与 PCB 断裂处的线路粗细一致的铜丝（有专用飞线焊材，也可以使用吸锡线里的铜丝）用同样方法来把铜丝加上焊锡。把铜丝放在 PCB 断线处，使用烙铁加热就可以把断线修补上了，如图 4-6 所示。

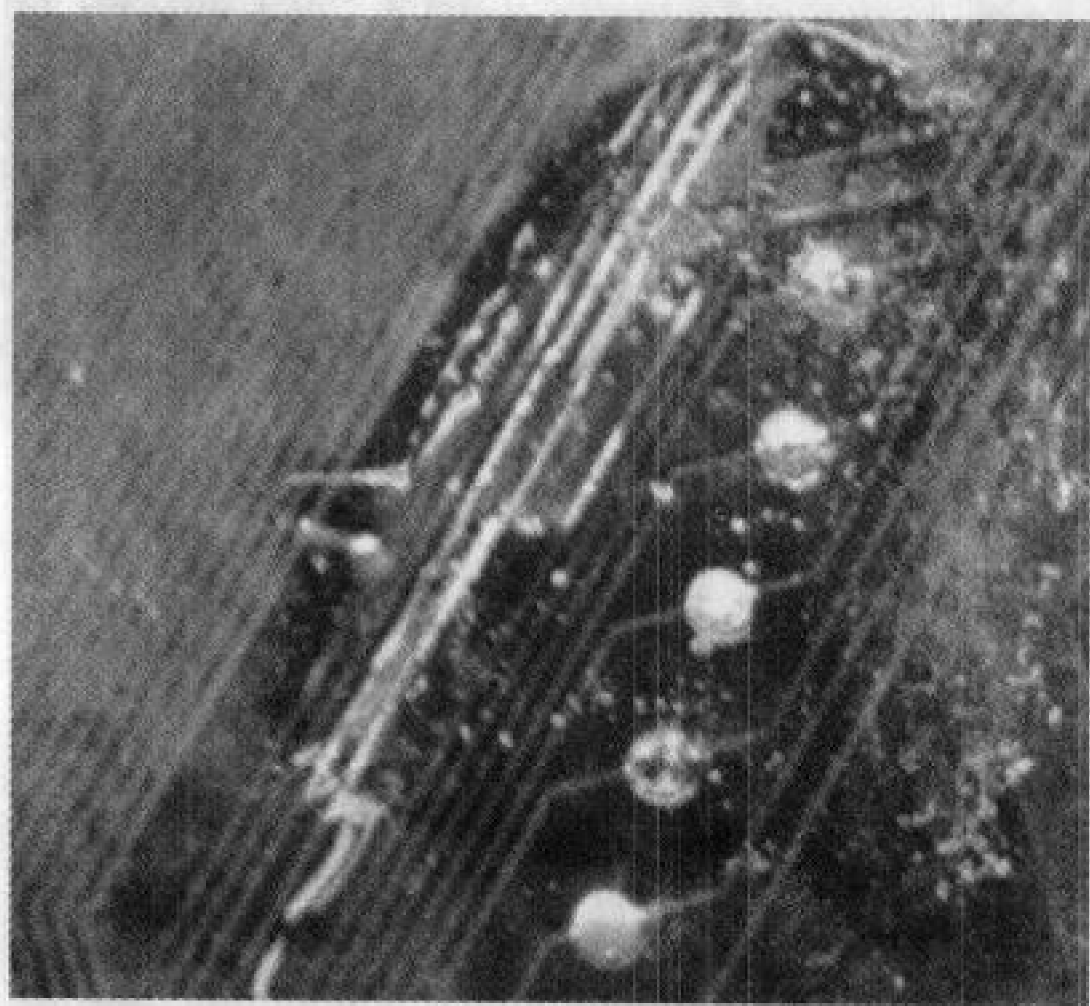


图 4-6　补好的线

（4）最后清洗一下焊接处，涂上一层绝缘油起到绝缘作用即可。

4.3　金手指修补

显卡跟内存一样，如果多次反复从主板上拔插，方法力度不当，可能会导致金手指脱落，供电或接地的引脚也常会因为电流太大导致金手指烧坏。如果是有信号的金手指坏了，就要把金手指修补好，显卡/内存才能正常使用。

金手指的修补比较简单需要的工具有壁纸刀、镊子、细铜丝、502 胶水或者 AB 胶、电烙铁、废卡一片。具体步骤如下：

（1）用刀把显卡或内存条坏金手指上的底盘刮干净，如图4-7所示。

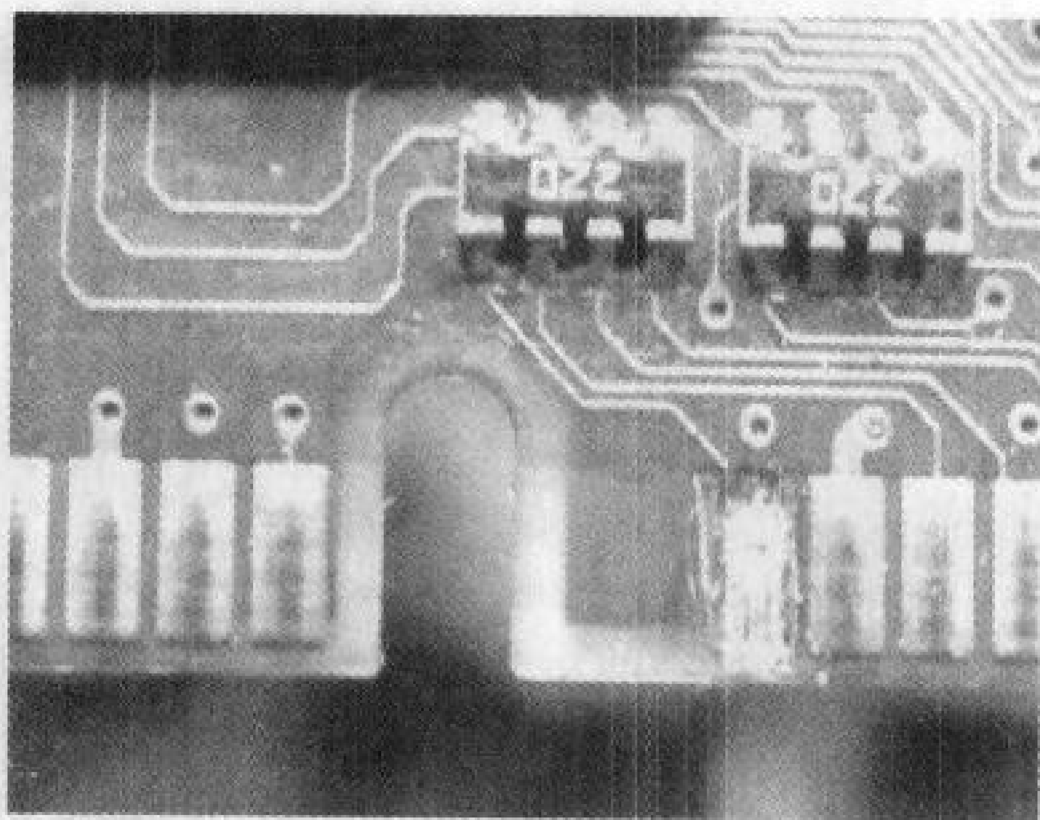


图4-7 处理底盘

（2）从报废的卡上用壁纸刀割下同样的金手指，如图4-8所示。

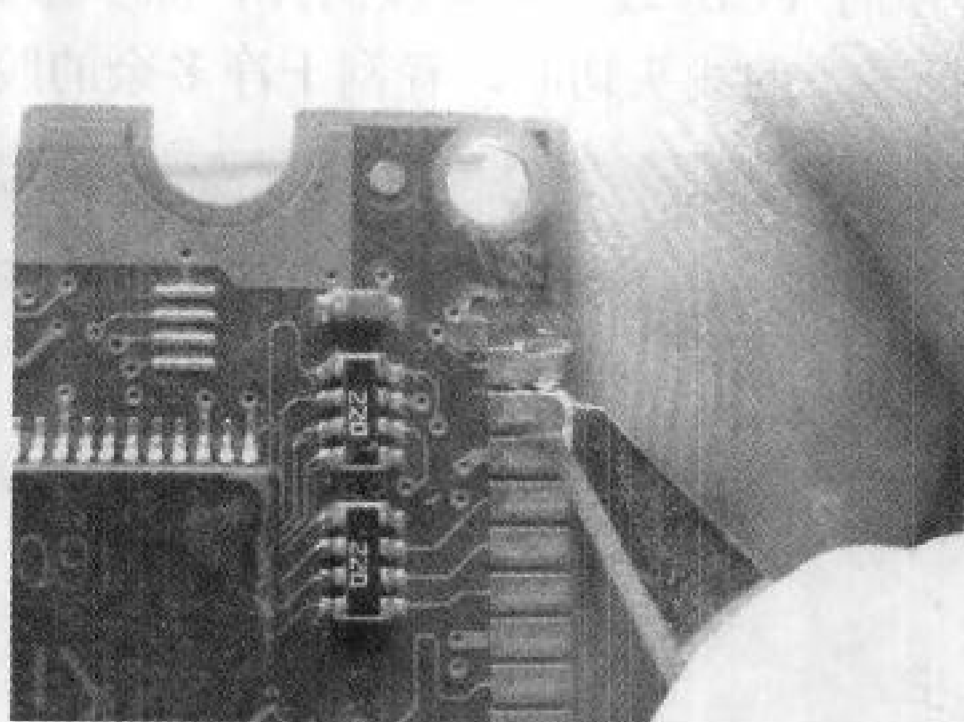


图4-8 割取金手指

（3）把割下的金手指背面处理干净后，用胶水小心地把它对齐粘在待修复的地方，用平整的硬物把它压平，如图4-9所示。

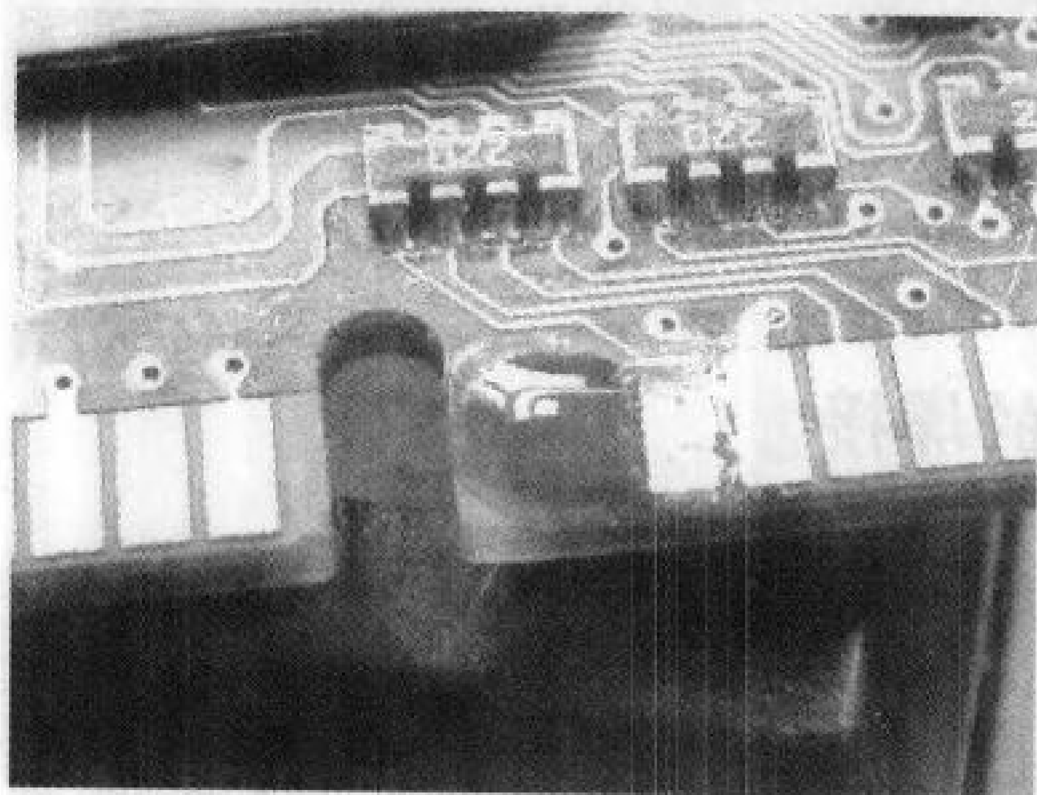


图4-9 涂胶水

（4）胶水凝固后，用壁纸刀把新粘上去的金手指表面清理干净，如图 4-10 所示。

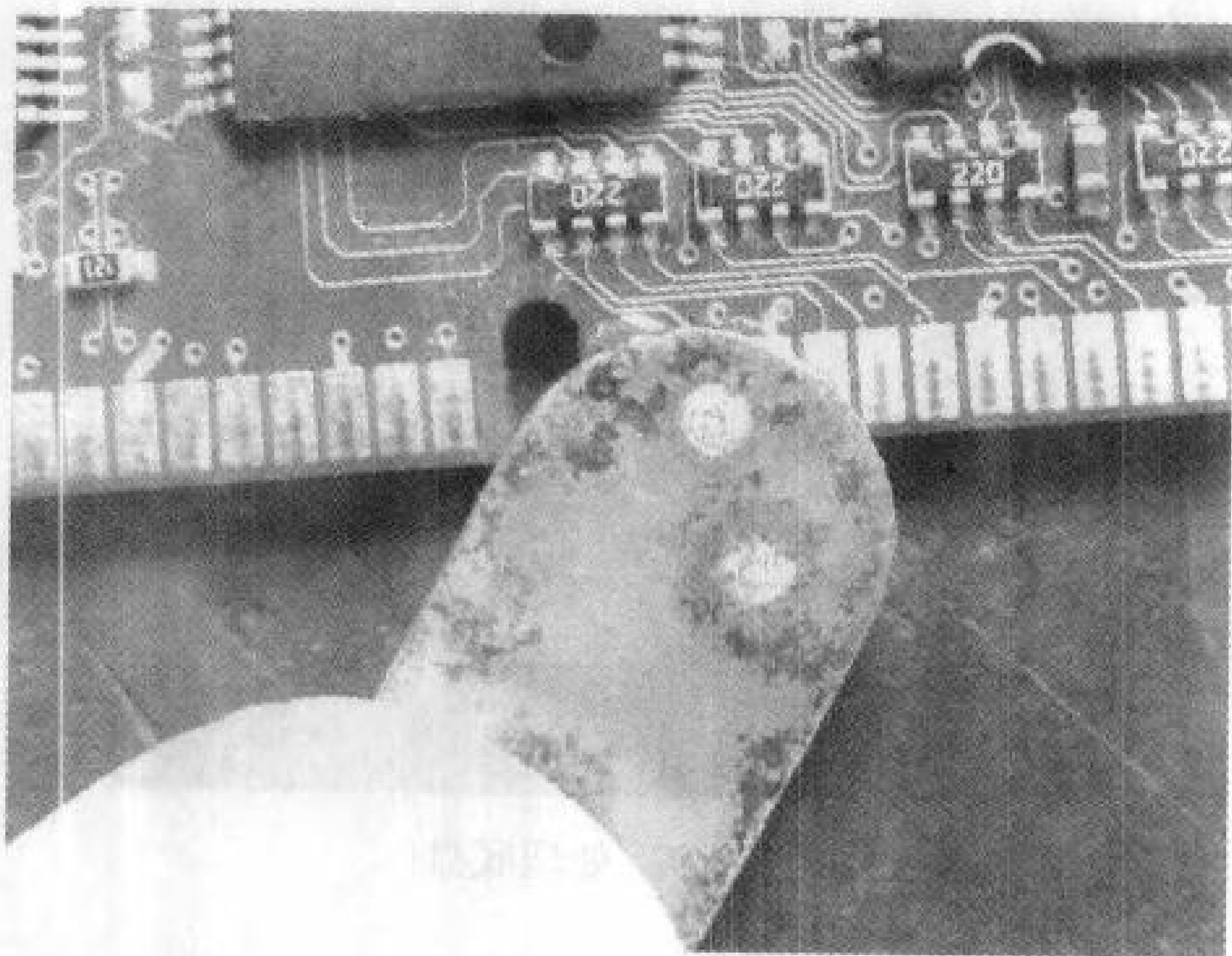


图 4-10　用力压平

（5）再把原来连接金手指的 PCB 线路阻焊漆刮掉，涂少量焊膏，用电烙铁把细铜丝与断线连起来（见图 4-11），把多余的线头切断，轻刮干净多余的胶，最后清洗一下即可。

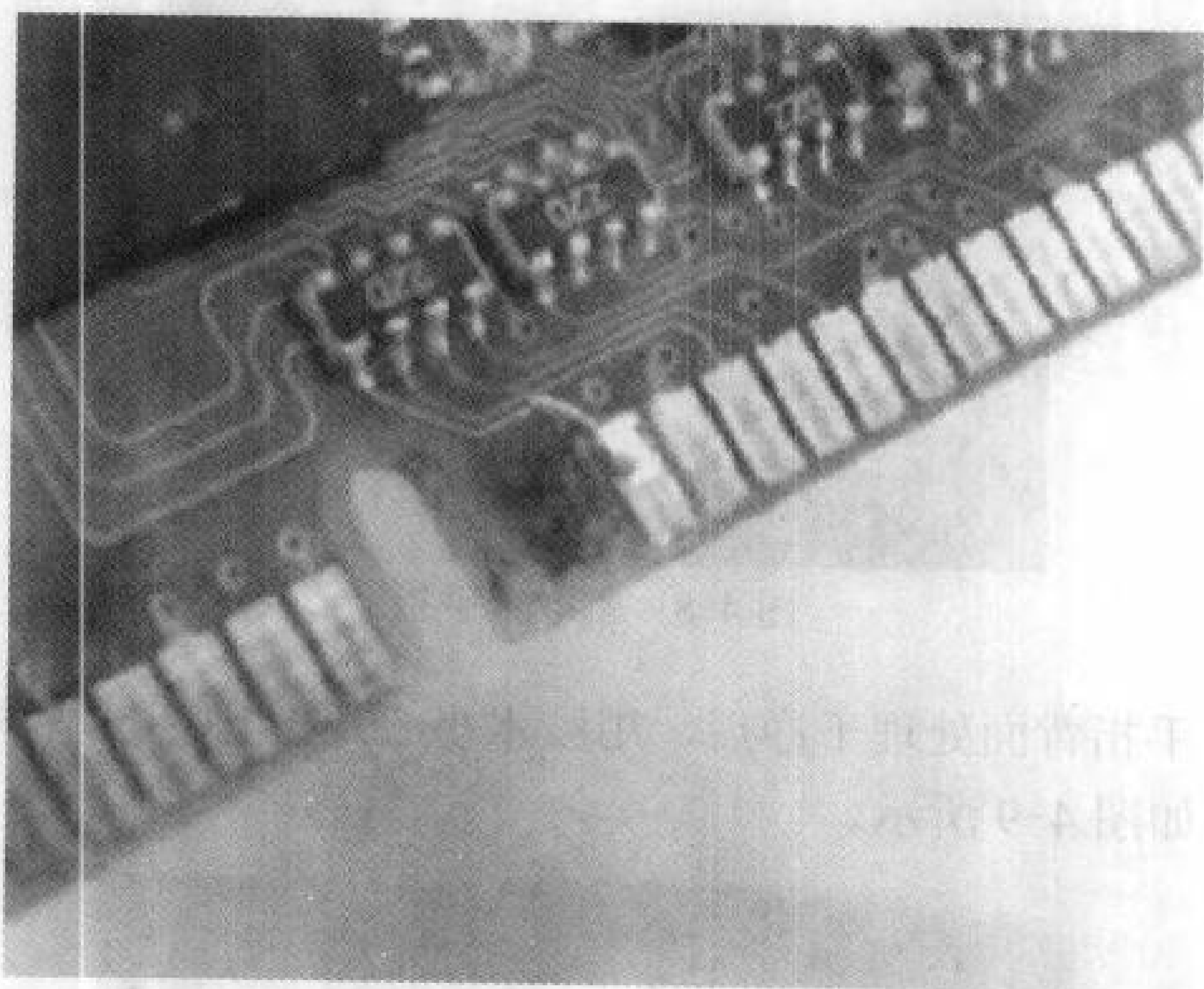


图 4-11　连接信号线

4.4　TSOP 封装的焊接

AGP 显卡的显存芯片几乎全部都是 TSOP 封装的，PCI-E 显卡的显存也有很多使用这种封装形式。对于这样封装的芯片，一定要熟练掌握焊接技巧。焊接的方法有多种，最终目标是将芯片焊好，不出现空焊、虚焊、连锡等情况。这里只简单以实物图片的形式介绍一种焊接方法，步骤如下：

（1）使用热风枪将芯片吹下来。如图 4-12 所示。

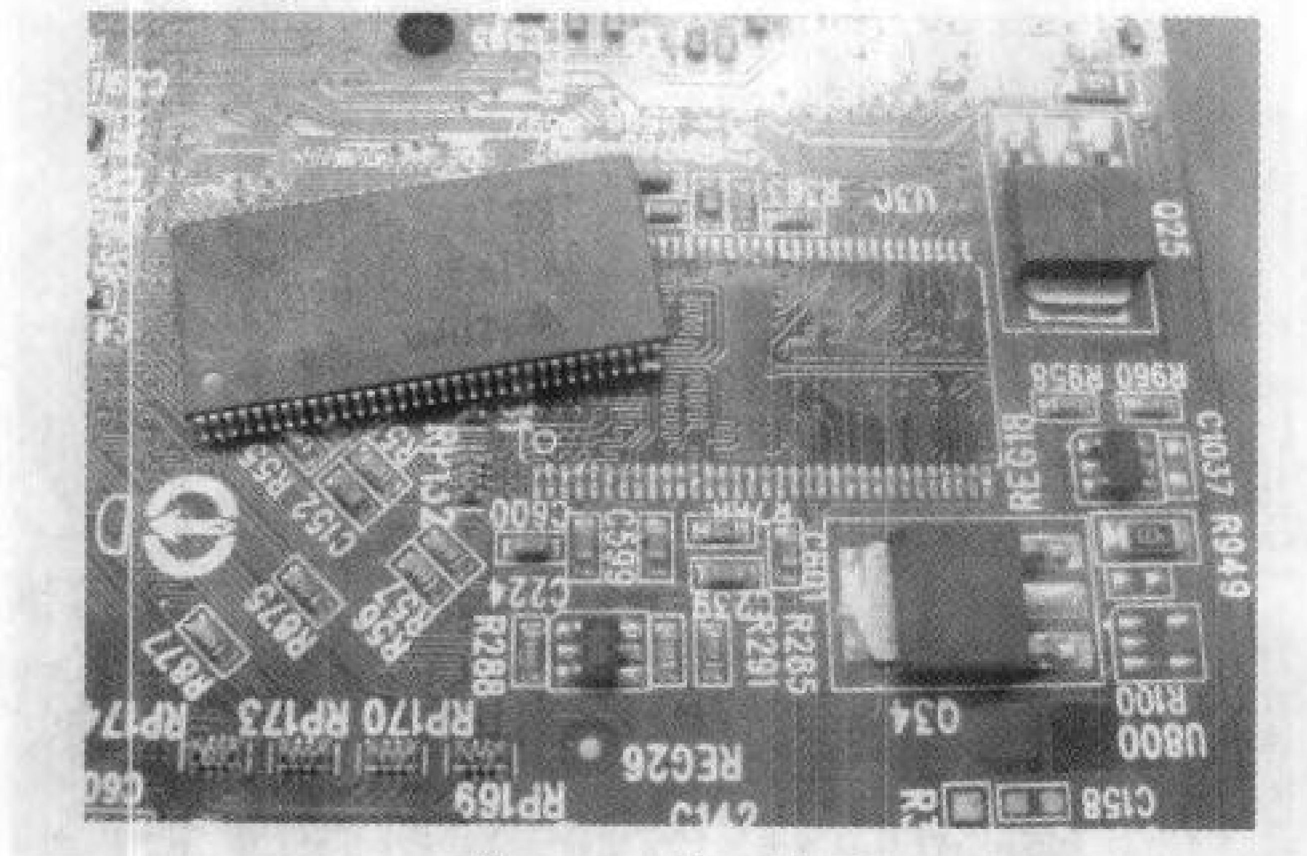


图 4-12　取下芯片

（2）在芯片引脚上涂点焊膏，如图 4-13 所示。

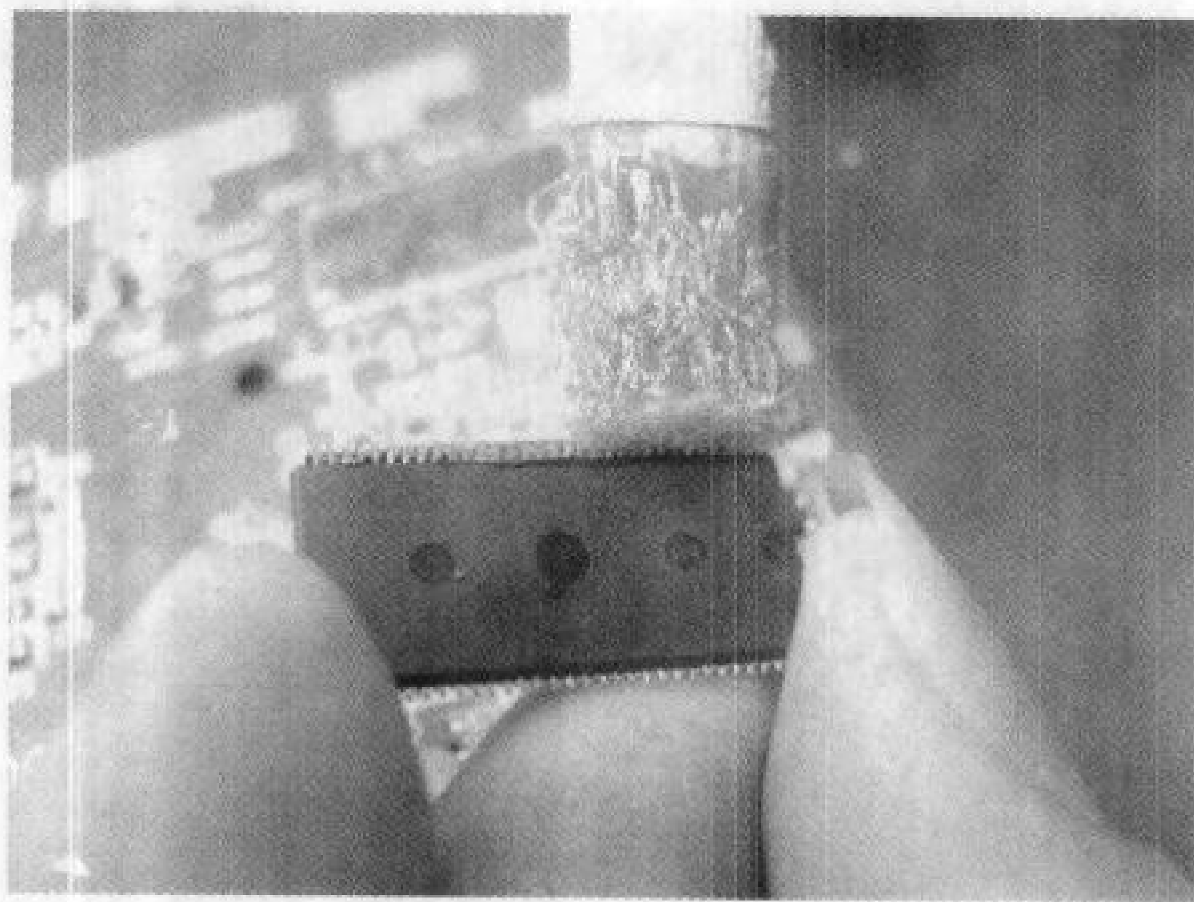


图 4-13　引脚涂焊膏

（3）将芯片引脚上的锡尖、连锡等清理干净，如图 4-14 所示。

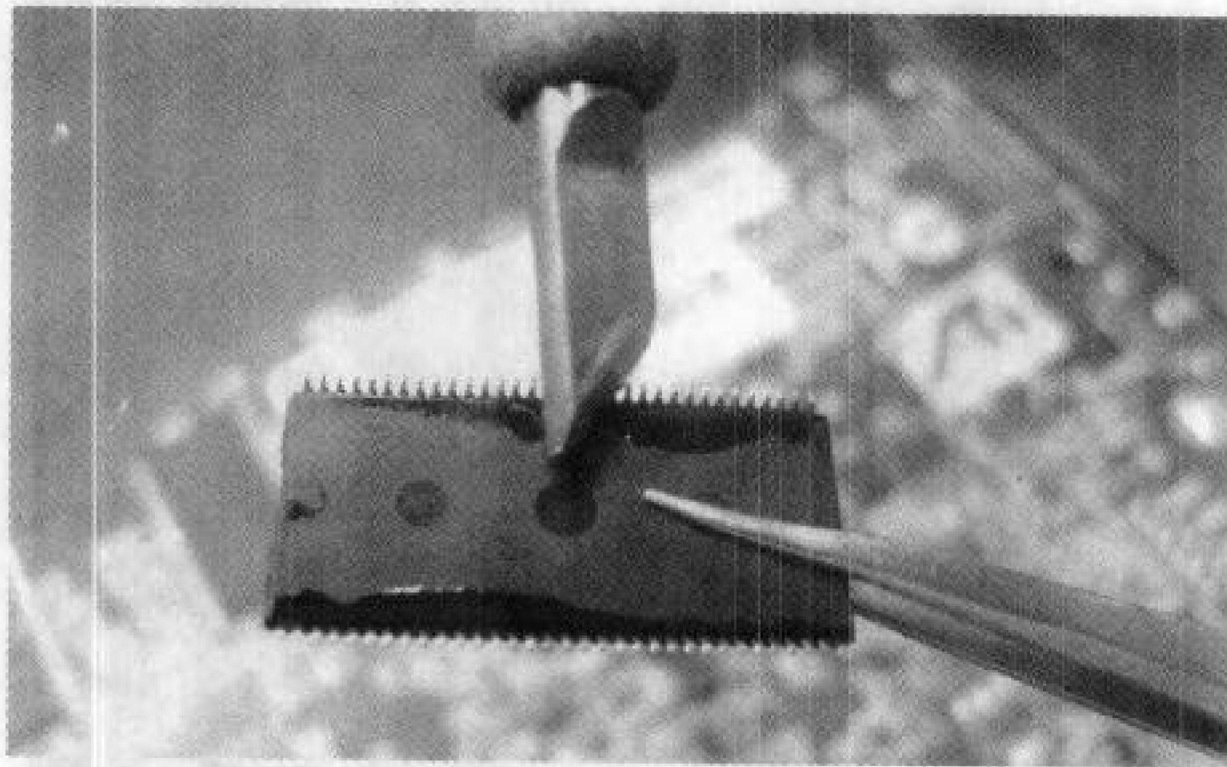


图 4-14　清理引脚

（4）将焊盘涂少量焊膏，用烙铁把焊盘拖得光亮、饱满，如图 4-15 所示。

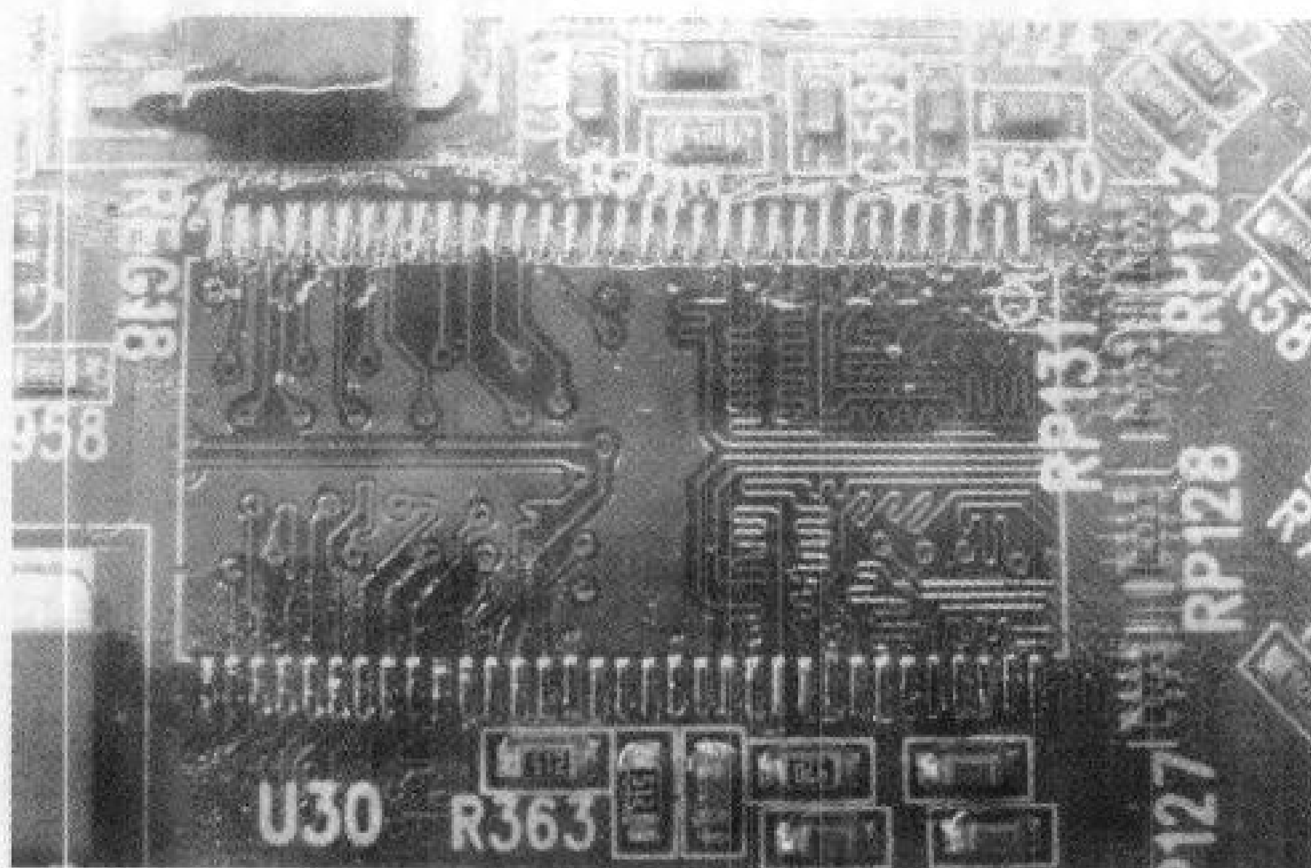


图 4-15　光亮饱满的焊盘

（5）再次涂少量焊膏在芯片引脚上，放到焊盘上，对齐位置后固定一个脚，如图 4-16 所示。

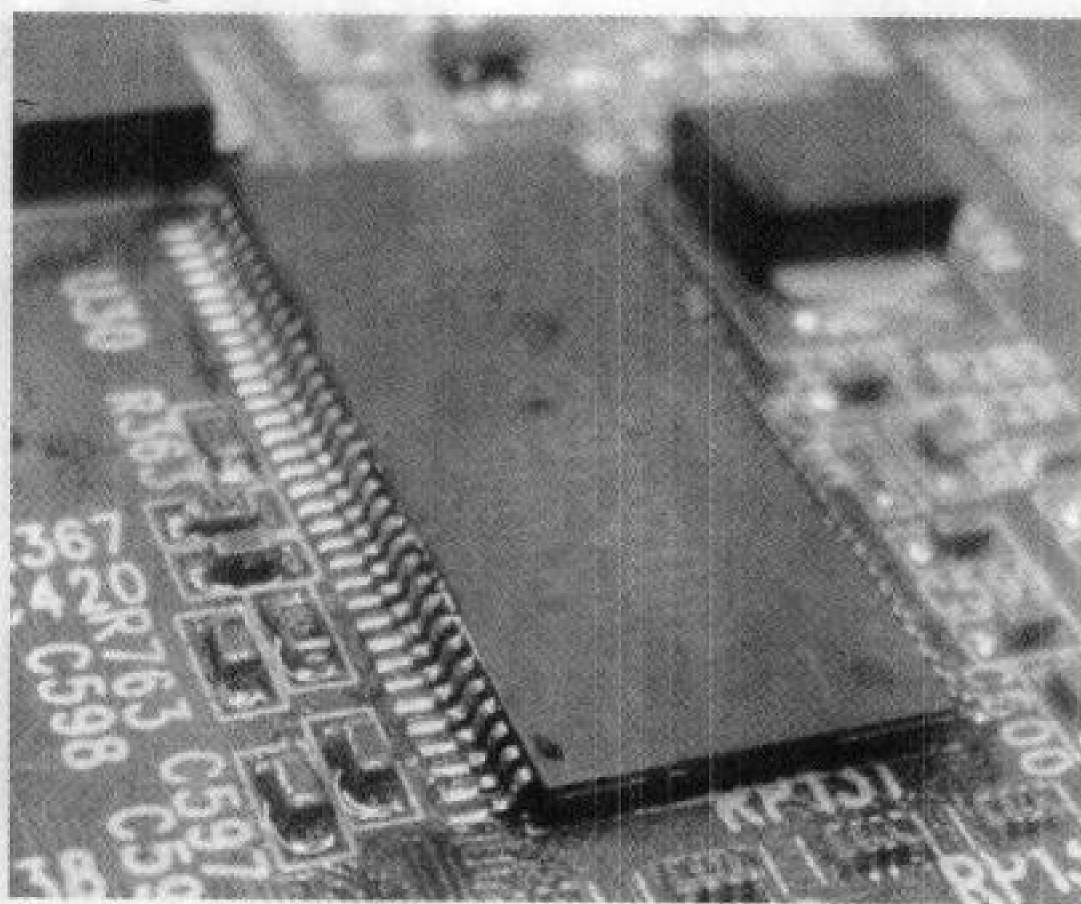


图 4-16　对齐位置

（6）用镊子轻压芯片，使用烙铁按照一定方向开始焊接引脚，如图 4-17 所示。

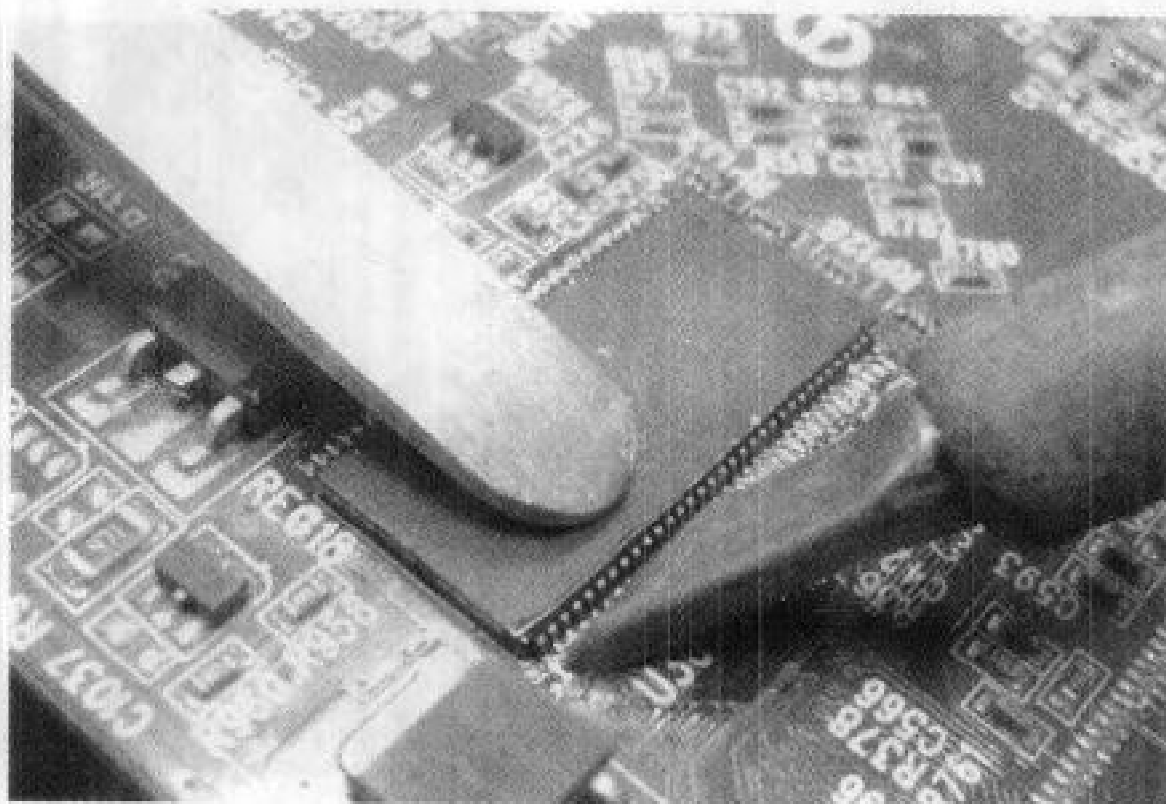


图 4-17 开始焊接



注意

此时不要加锡。

（7）焊接完毕认真检查是否有虚焊、连锡等，若有虚焊，只需补焊一下就可以了。最后清洗干净，如图 4-18 所示。

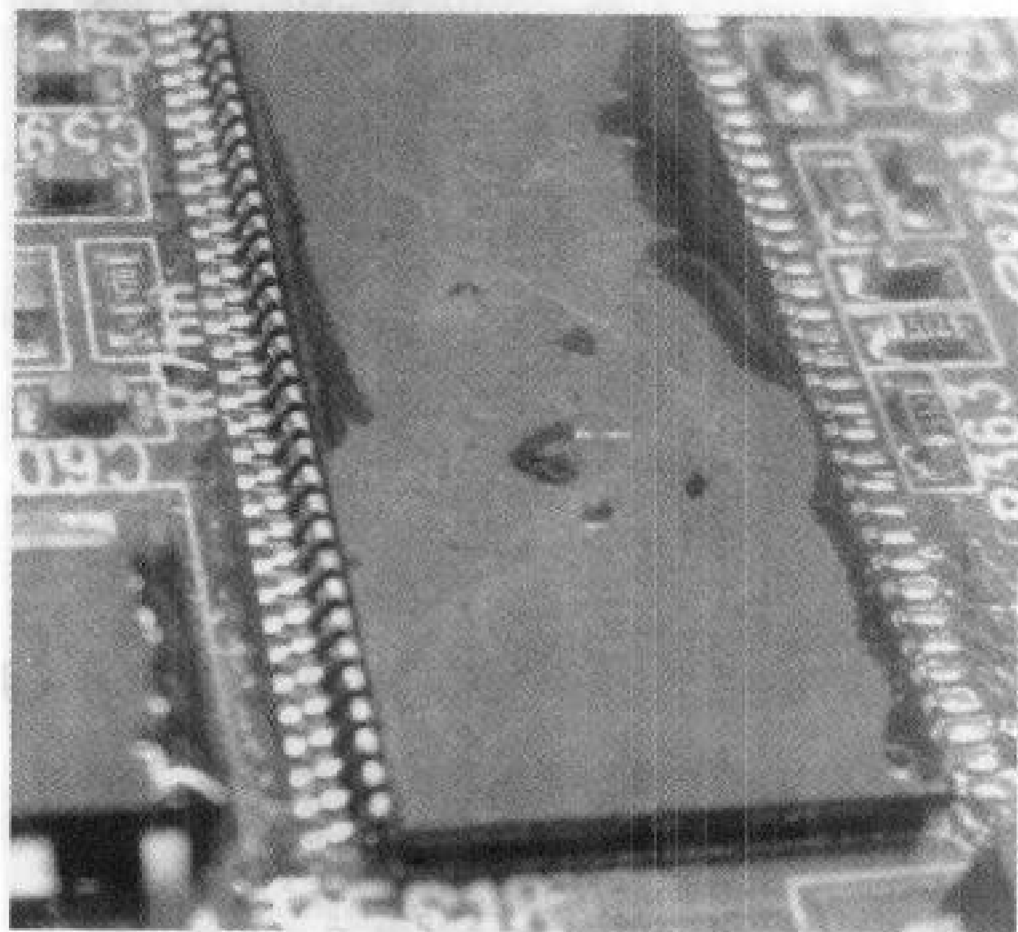


图 4-18 焊接完成

4.5 mBGA 封装的焊接

从 DDR2 开始，显存的封装形式不再是 TSOP，而是改为 mBGA 封装。对于这样的微型球栅阵列，焊接时需要采取整体加热的方法，可以使用 BGA 拆焊机，不过有点大材小用；使用热风枪焊接这样的显存，是比较方便，并且经济实惠的。具体步骤如下：

（1）将热风枪风嘴取下，风速调至 4，温度调至 380℃，旋转加热显存，如图 4-19 所示。

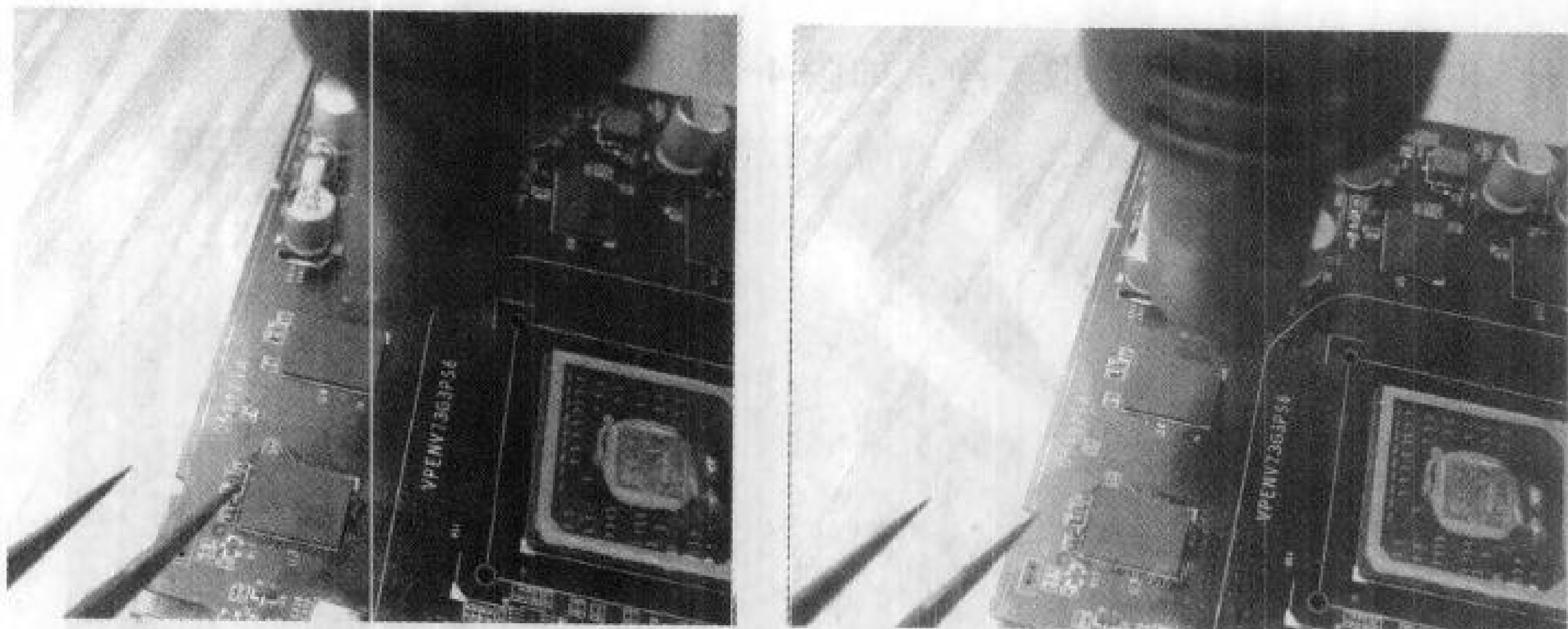


图 4-19 加热显存

（2）待焊锡熔化后，使用镊子小心地夹起显存，不要碰到周边零件，如图 4-20 所示。

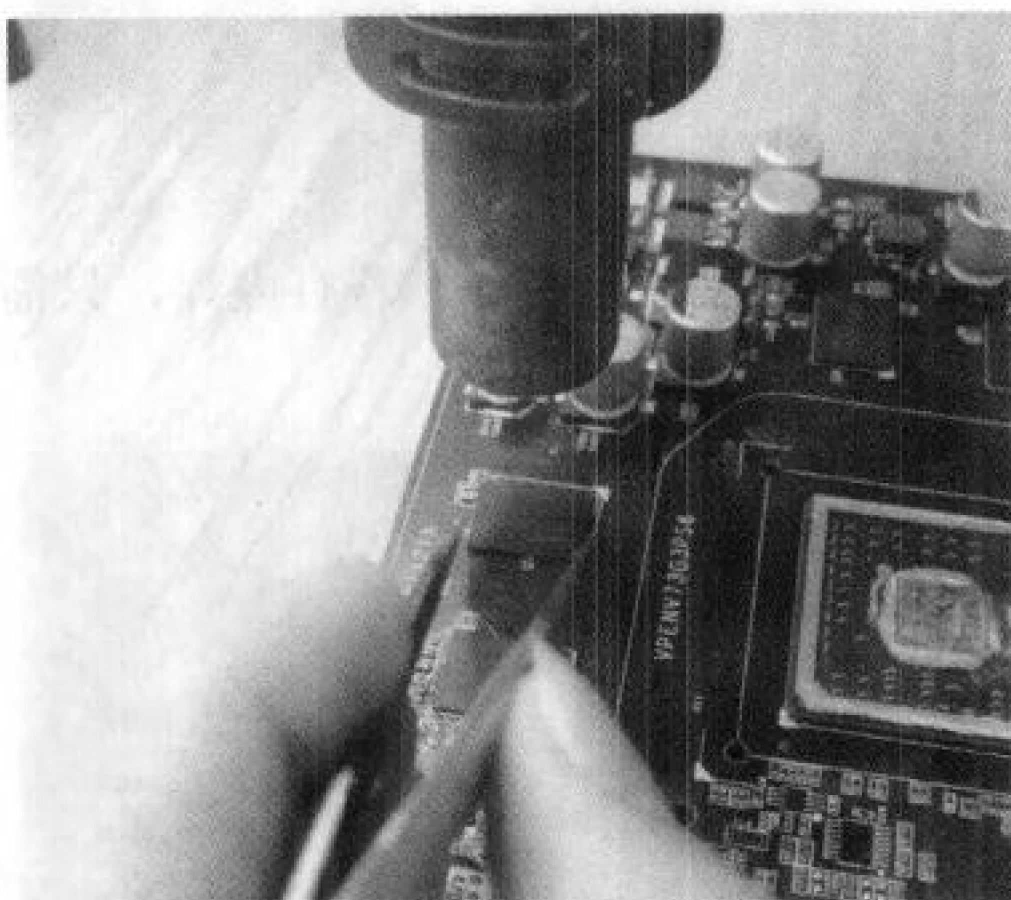


图 4-20　取下显存

（3）涂少量焊膏在焊盘上，用烙铁将锡稍微拖平整，如图 4-21 所示。

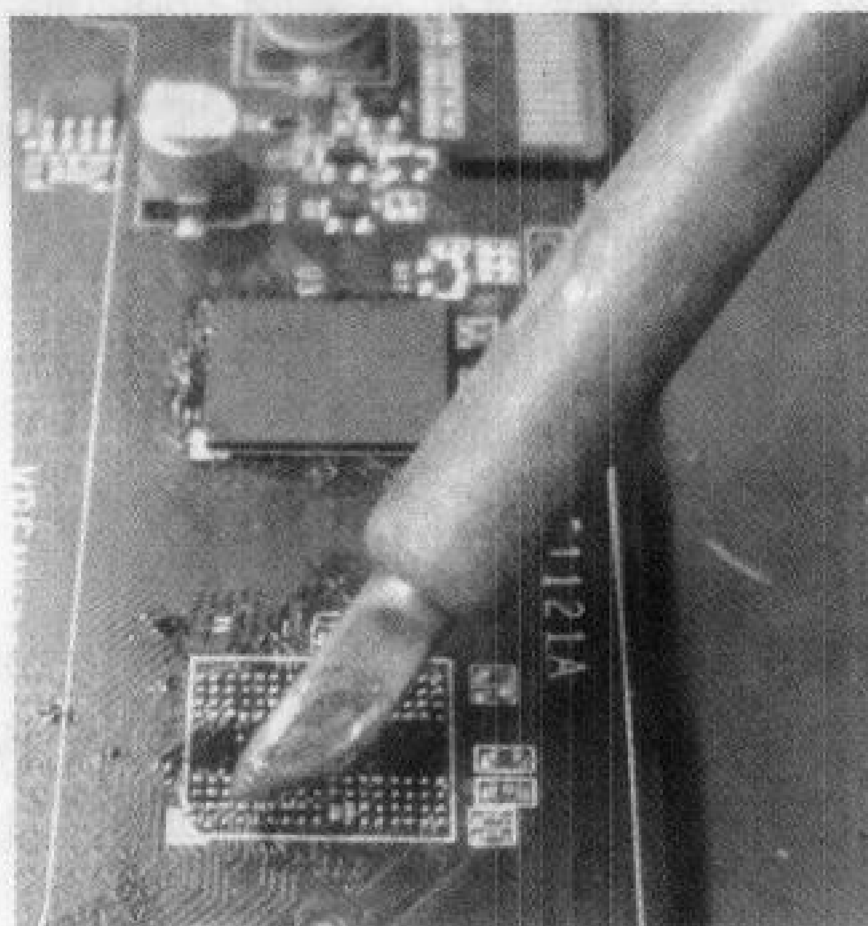


图 4-21　焊盘拖锡

（4）使用吸锡线，将焊盘吸取干净，如图 4-22 所示。

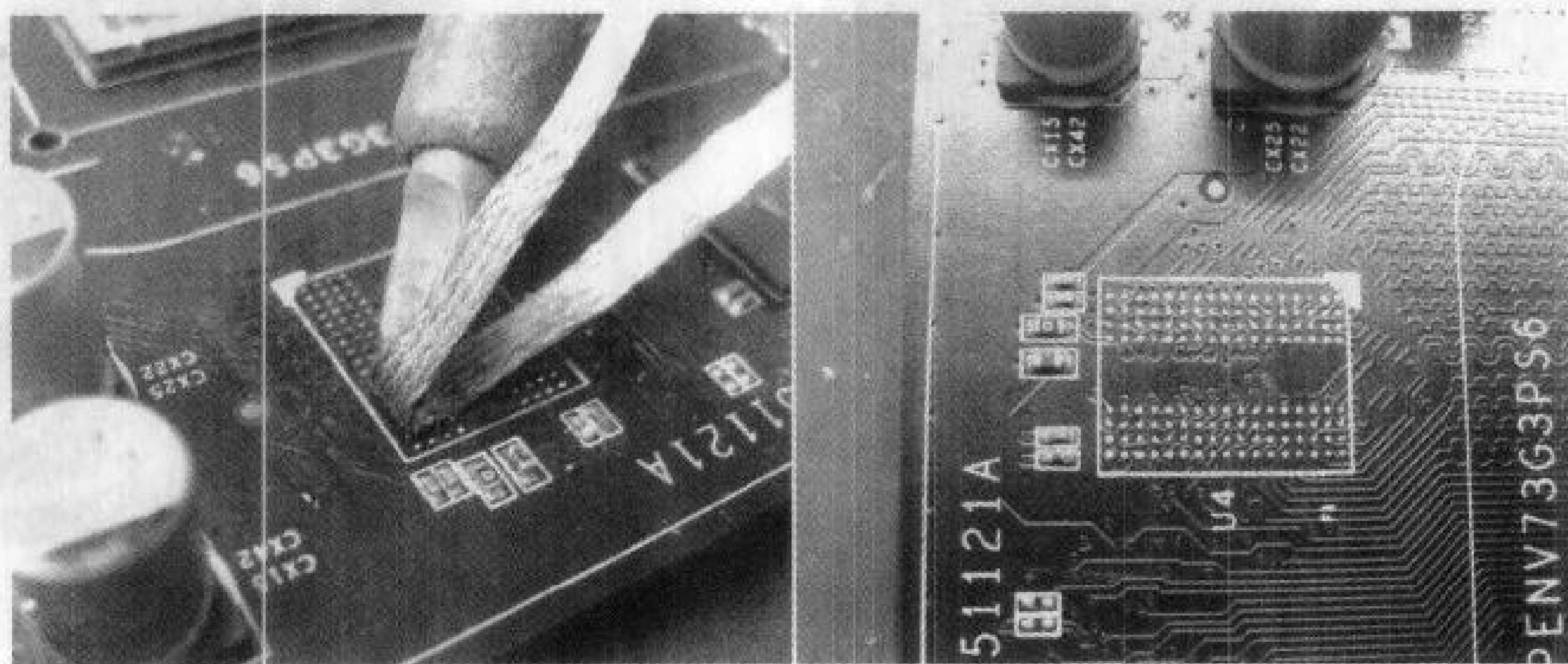


图 4-22　吸平焊盘

（5）在焊盘和锡珠上都涂上适量的焊膏，如图 4-23 所示。

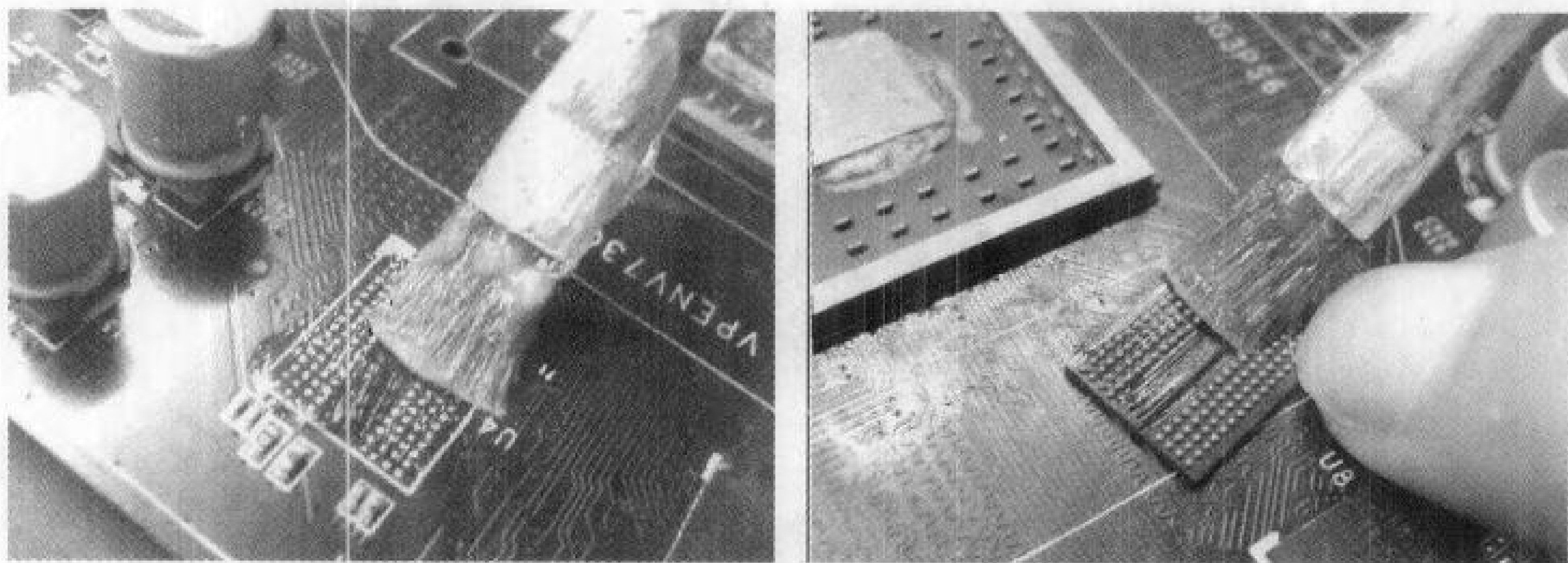


图 4-23 涂焊膏

（6）把显存放到焊盘上，注意对准位置，如图 4-24 所示。

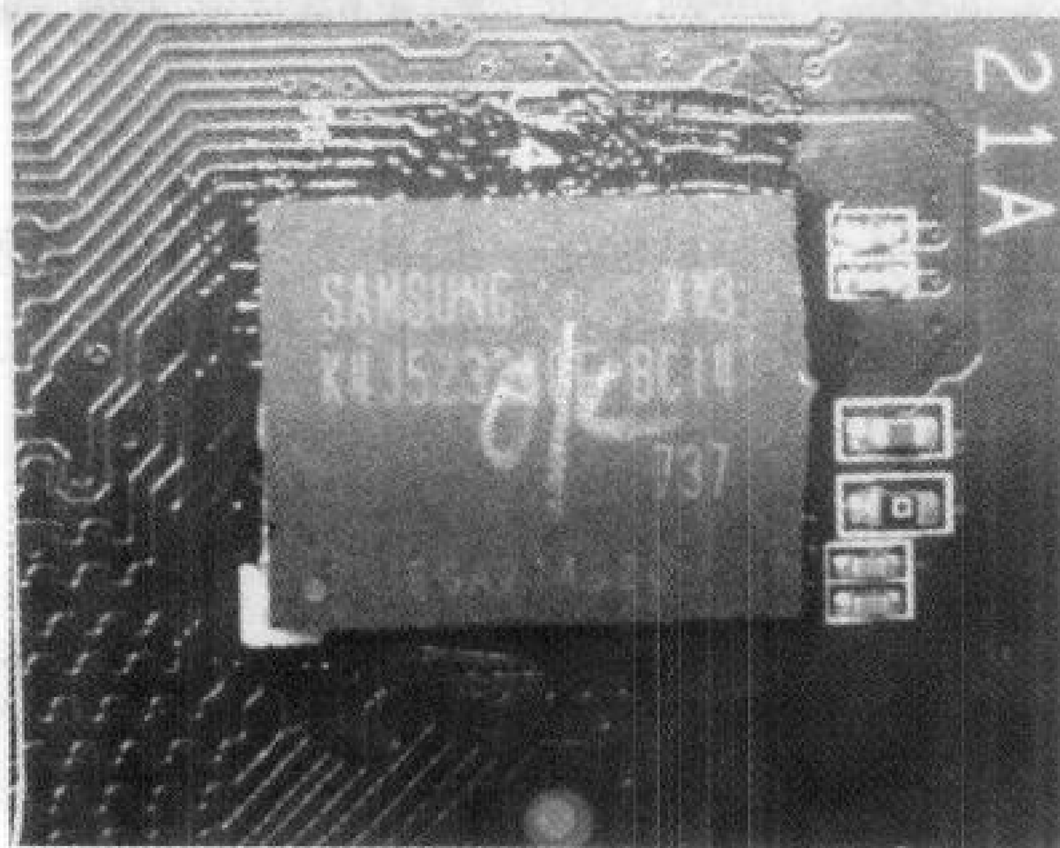


图 4-24 显存对准位置

（7）快速旋转风枪加热显存及周边范围，如图 4-25 所示。

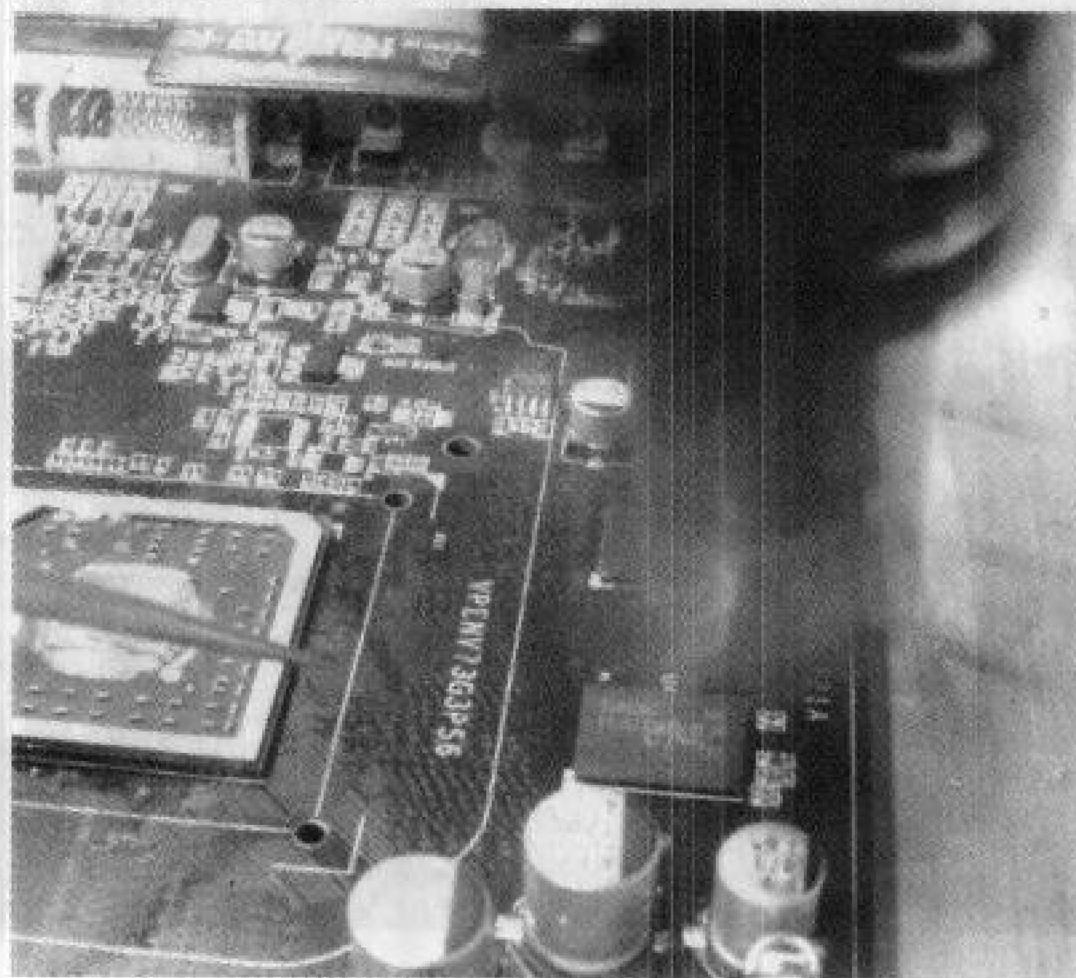


图 4-25 焊接显存

（8）从侧面观察锡珠熔化程度，锡珠变得很光亮即可，如图 4-26 所示。

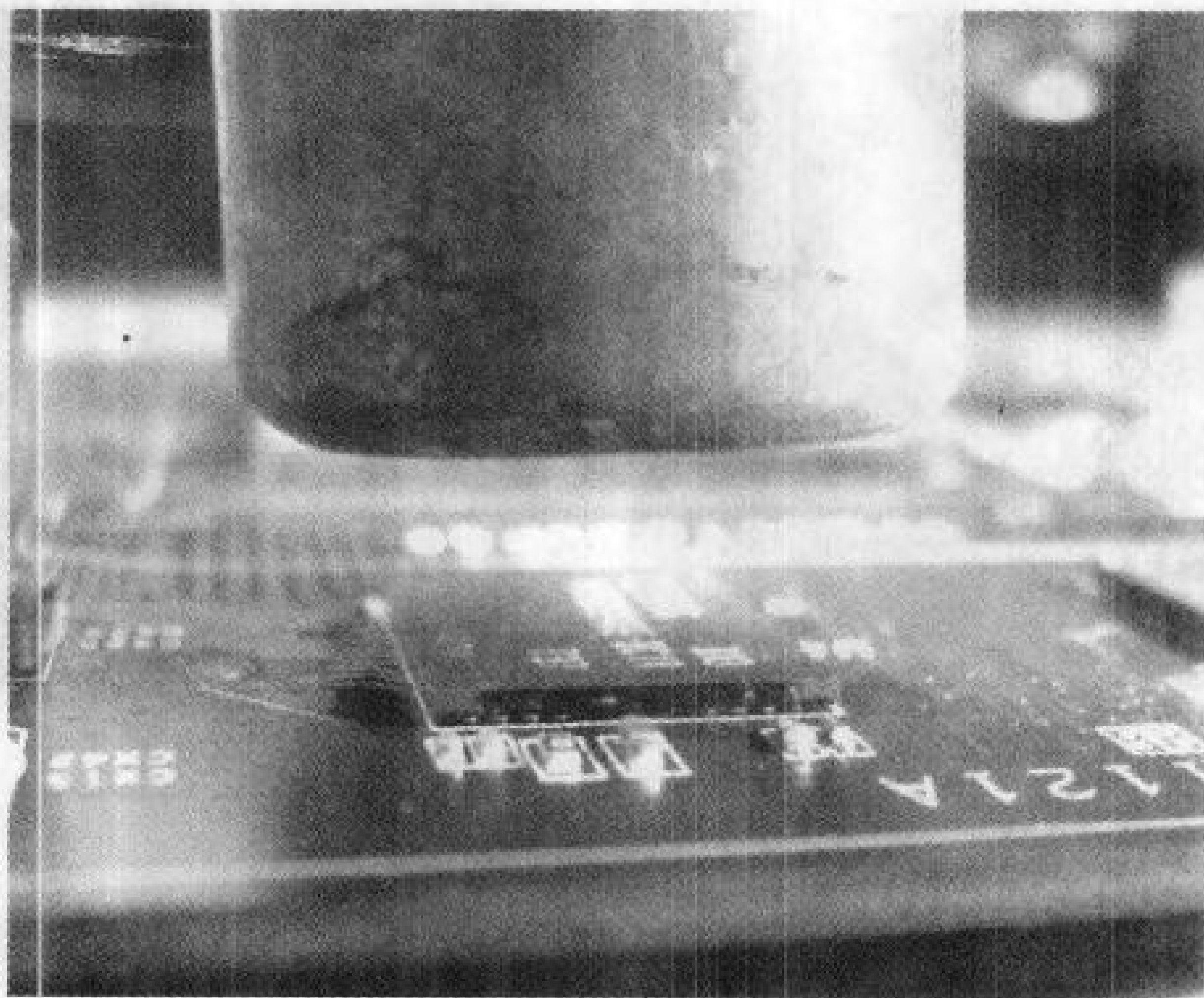


图 4-26　观察锡珠变化

mBGA 的焊接，需要多练习，多总结经验。焊接是否良好，需要实测才能判断。如果有空焊，需要重新加焊显存；若有连锡，那就只能取下显存重新植株了。

4.6　GPU 加焊

显卡由于发热量大、工作环境不好等原因，GPU 容易虚焊。尤其是 PCI-E 显卡，时间长了有大量的虚焊出现，会导致各种故障。这时不需要更换 GPU，只需要加焊即可修复。加焊 GPU 的具体步骤如下：

（1）将显卡散热系统取下，清扫 GPU 周边的积灰，如图 4-27 所示。

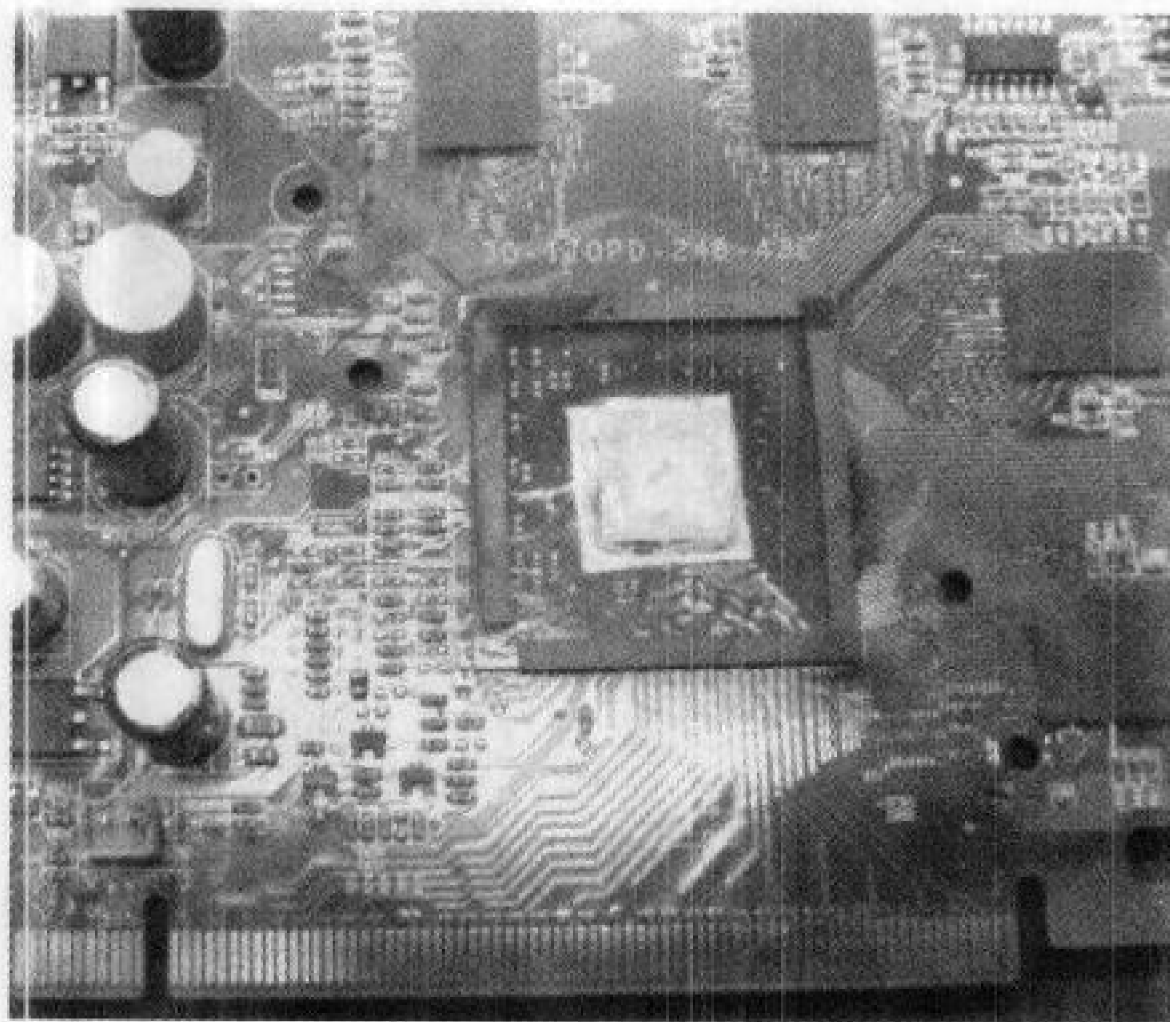


图 4-27　清扫积灰

（2）涂适量 BGA 专用焊膏在 GPU 旁边，最好在 GPU 的左右两侧，不要涂在金手指边上或者对面，如图 4-28 所示。

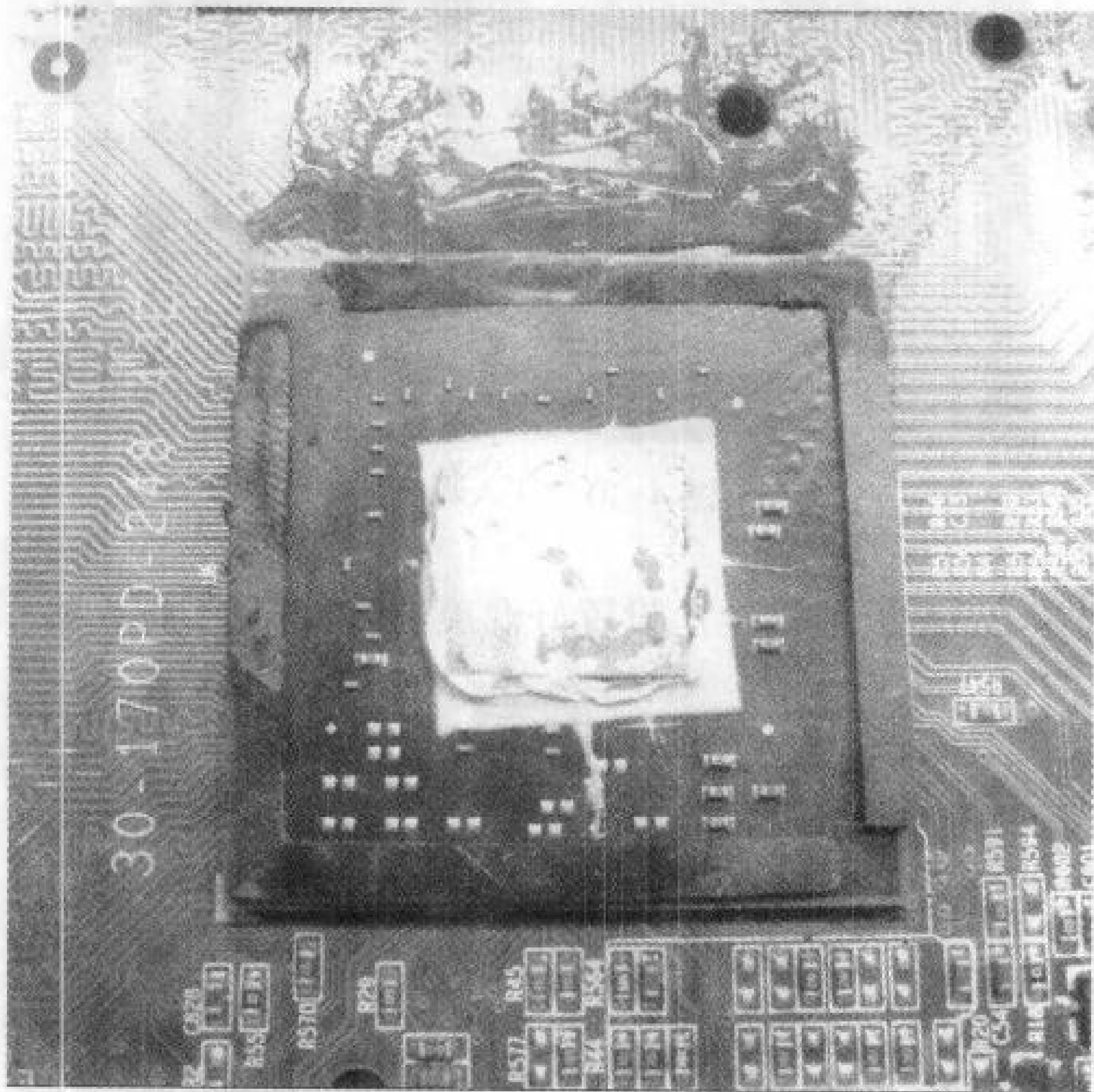


图 4-28 涂焊膏

（3）将显卡斜放，如图 4-29 所示。

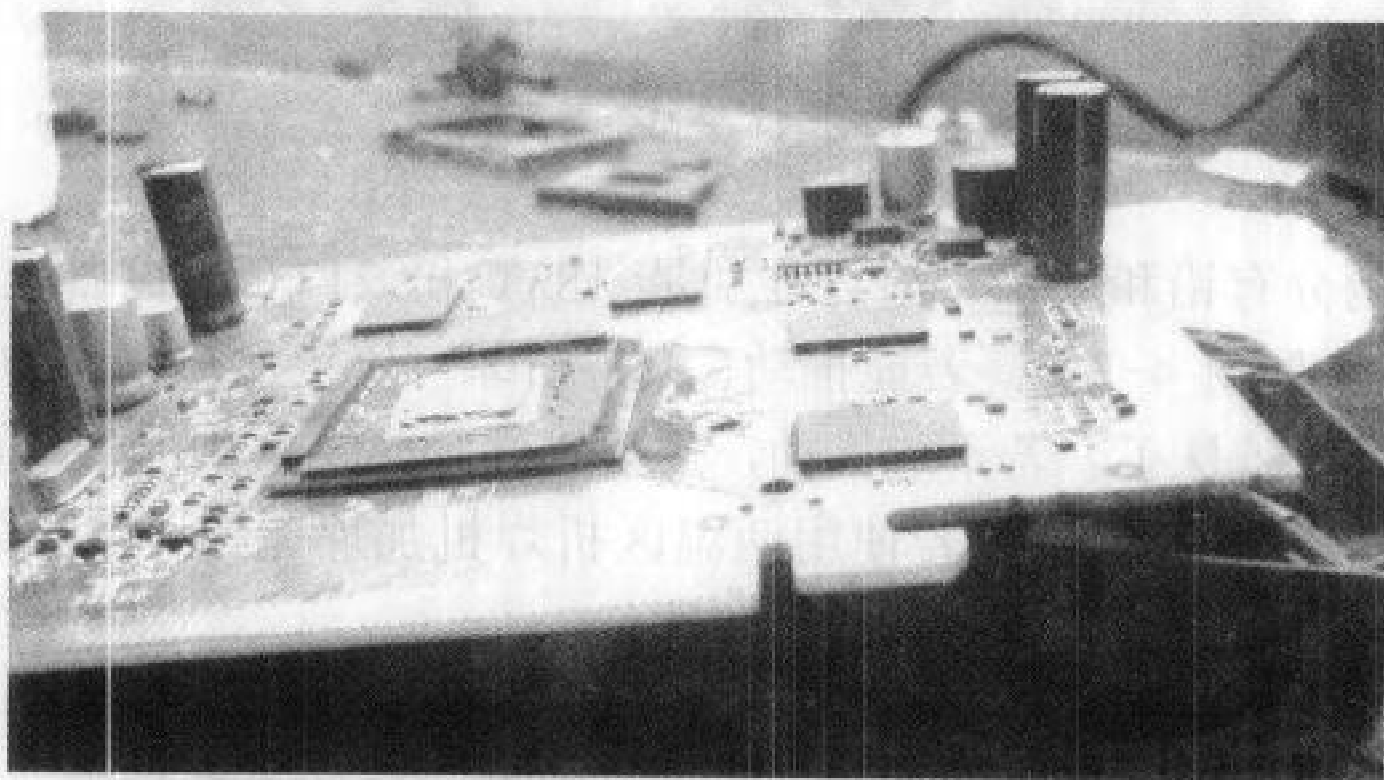
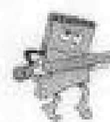


图 4-29 斜放显卡

（4）风枪温度 300℃，风速 5，对准 GPU 旋转加热，如图 4-30 所示。让焊膏慢慢融化，流入 GPU 下面。

**注意**

焊膏不要弄到金手指上。

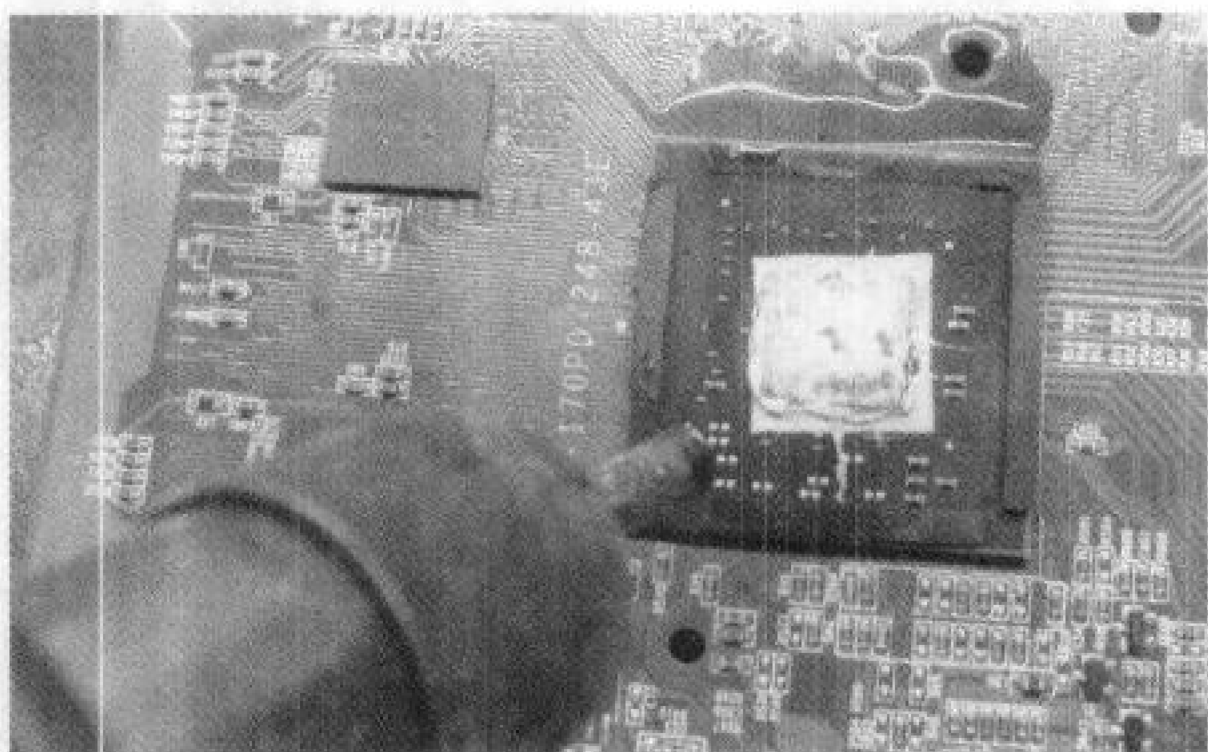


图 4-30 注入焊膏

（5）将显卡放置在 BGA 拆焊机上，设置好温度曲线，开始加焊，如图 4-31 所示。

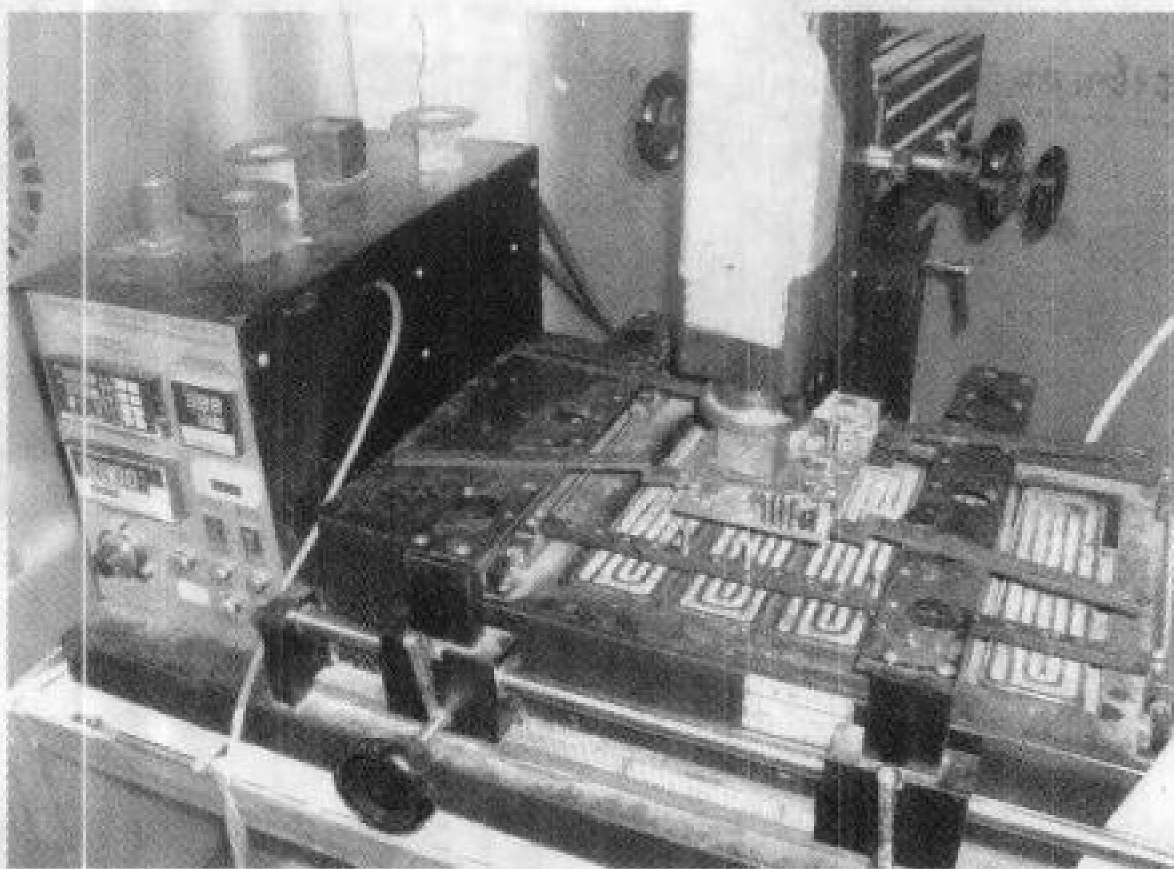


图 4-31 固定显卡

（6）常用的焊锡分有铅和无铅，熔点分别是 183℃和 217℃。机器温度运行到熔点时，使用镊子轻推 GPU（见图 4-32）。若能推动，15s 后即可停止加热并冷却，注意推力度不要太大，否则移位就只能植株了。若不能推动，需要继续加热，直到能推动再恒温 15s 即可。无铅显卡建议使用三温区折焊机。若使用两温区折焊机加焊无铅产品，需要使用底部加热法，而且温度不是很好控制，需要多积累经验才行。

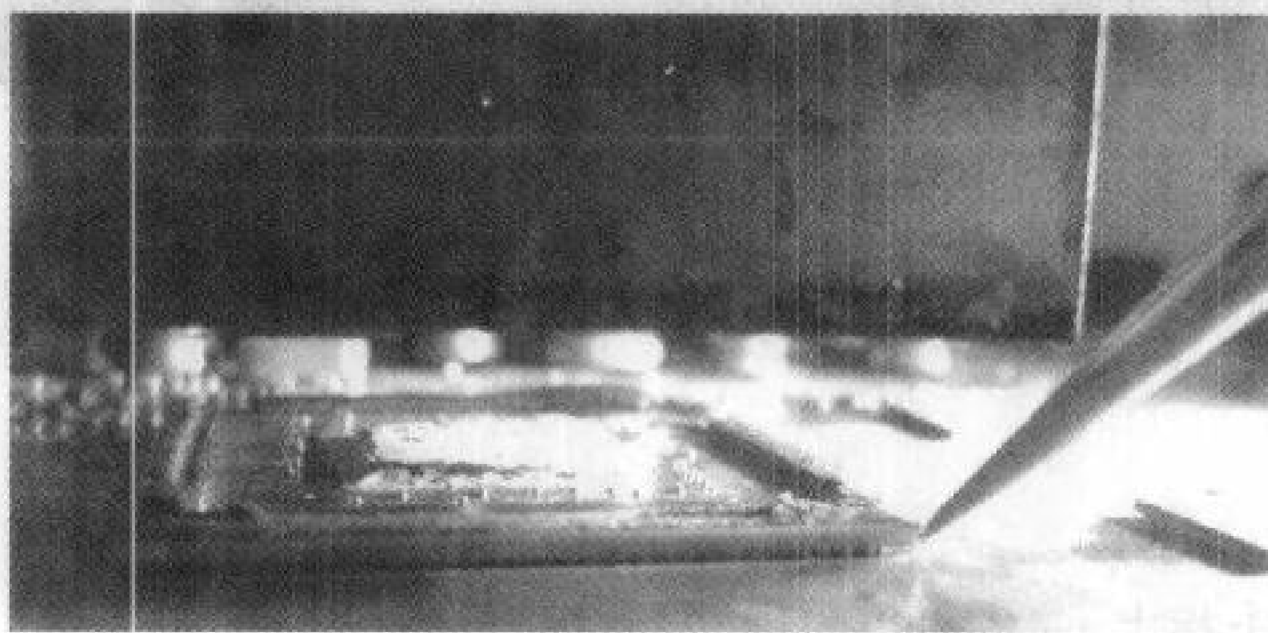


图 4-32 轻推 GPU

（7）最后，将 GPU 周边清洗干净，并涂上散热膏，装上风扇就可以上机测试了。

4.7 GPU 植株

有的故障显卡加焊完 GPU，但仍旧有空焊；或者加焊时不小心导致 GPU 连锡，此时就需要取下重植植株。重植的具体步骤和方法如下：

（1）使用 BGA 拆焊机小心地取下 GPU，注意别碰乱周边的零件，如图 4-33 所示。

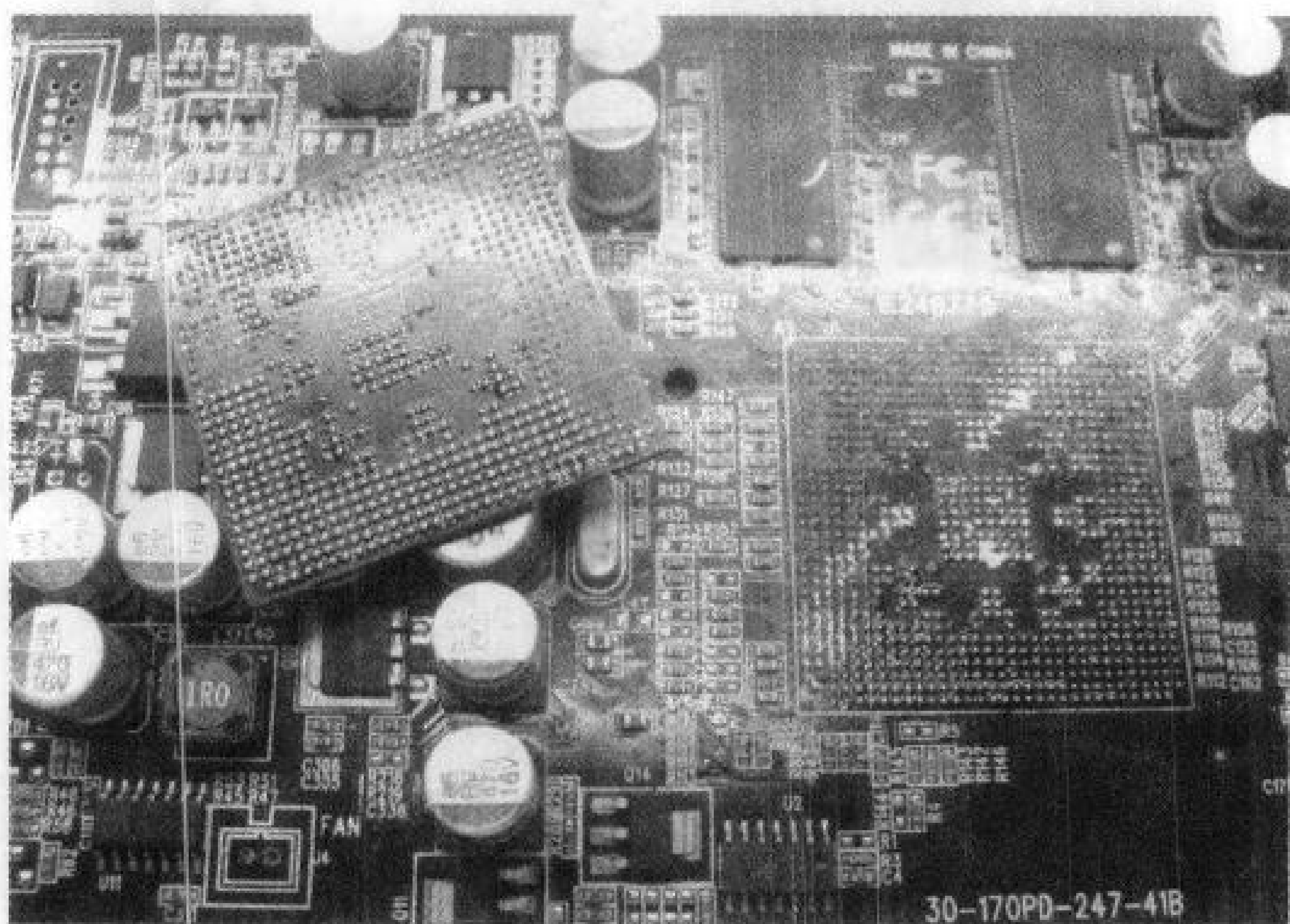


图 4-33 取下 GPU

（2）将芯片和 PCB 焊点上的锡拖走，如图 4-34 所示。

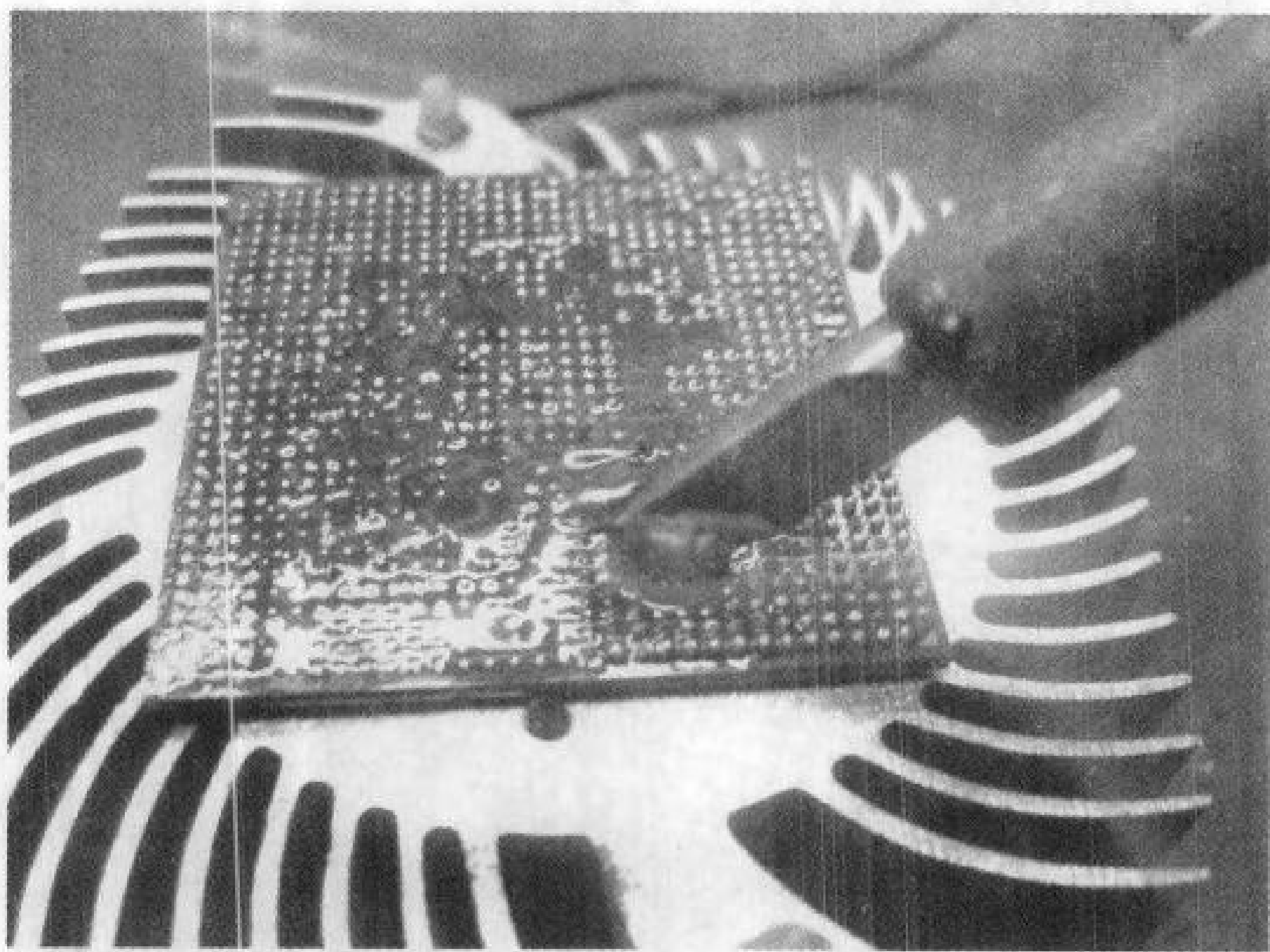


图 4-34 拖锡

（3）使用吸锡线将焊点吸平并清洗干净，如图 4-35、图 4-36 所示。

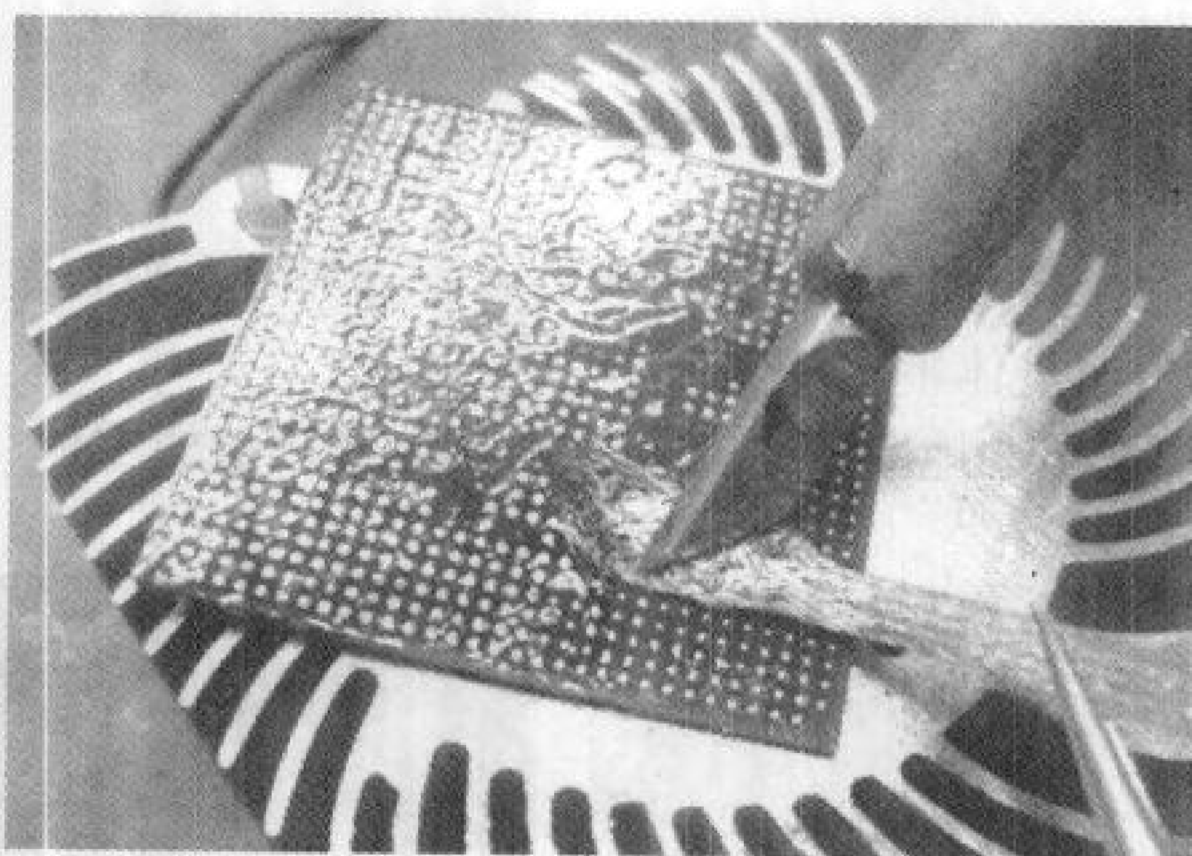


图 4-35　吸平焊点

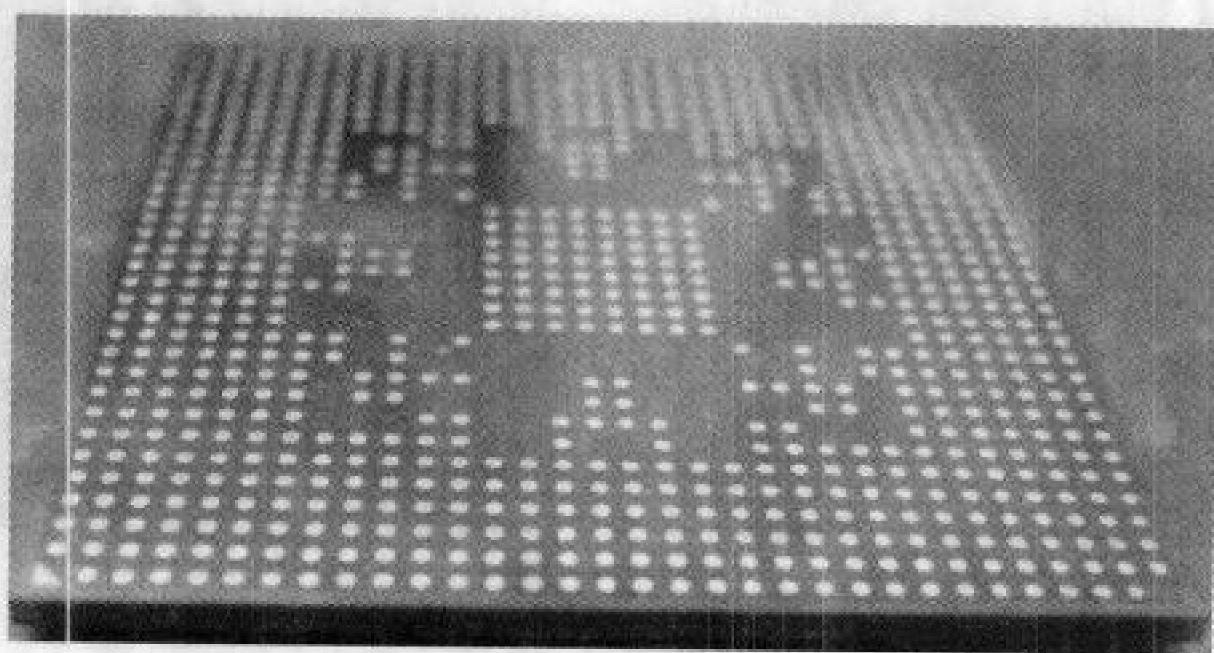


图 4-36　干净平整的芯片

（4）在 GPU 上涂一层焊膏，如图 4-37 所示。

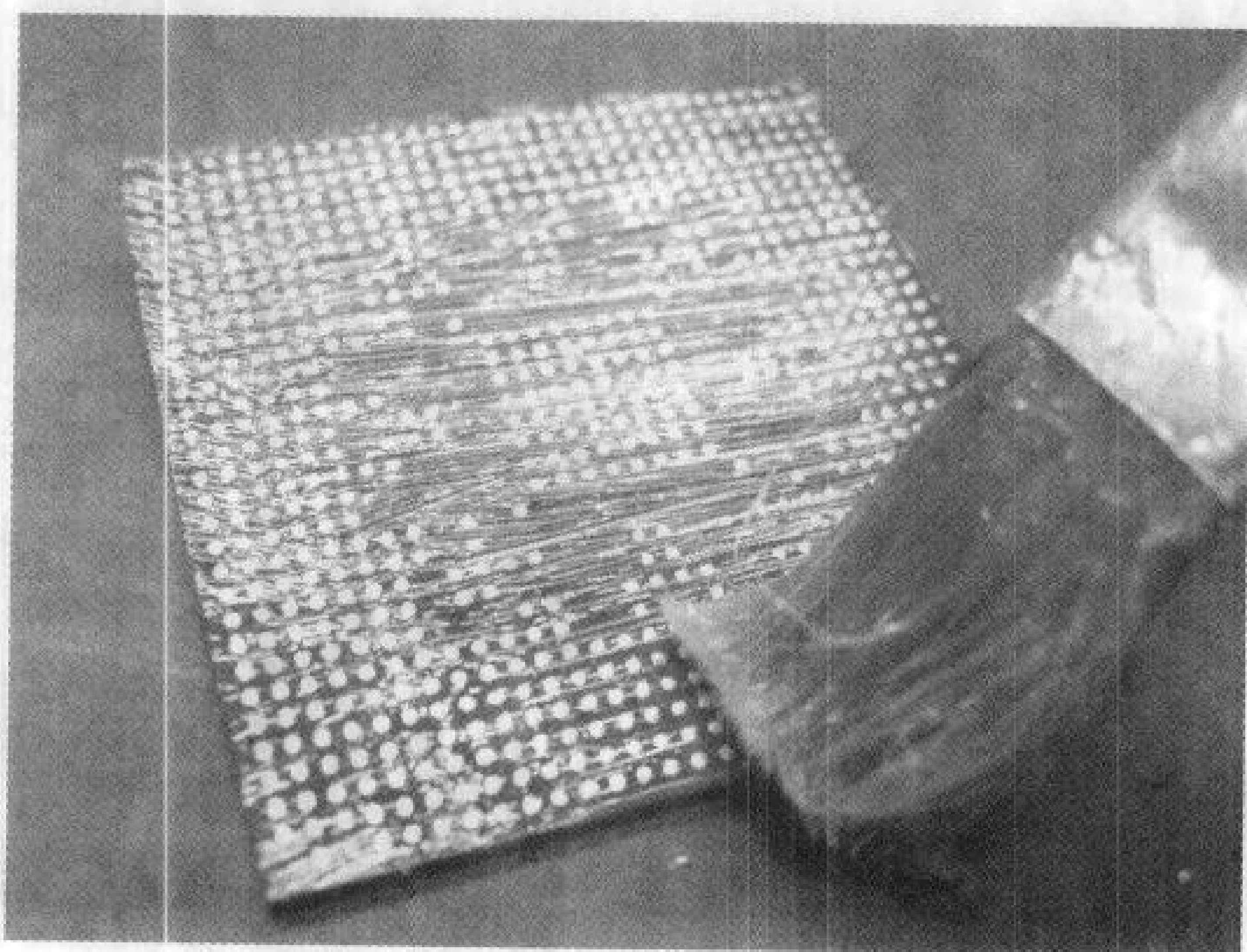


图 4-37　涂焊膏

（5）将专用钢网放置在芯片上，对齐孔位，如图 4-38 所示。

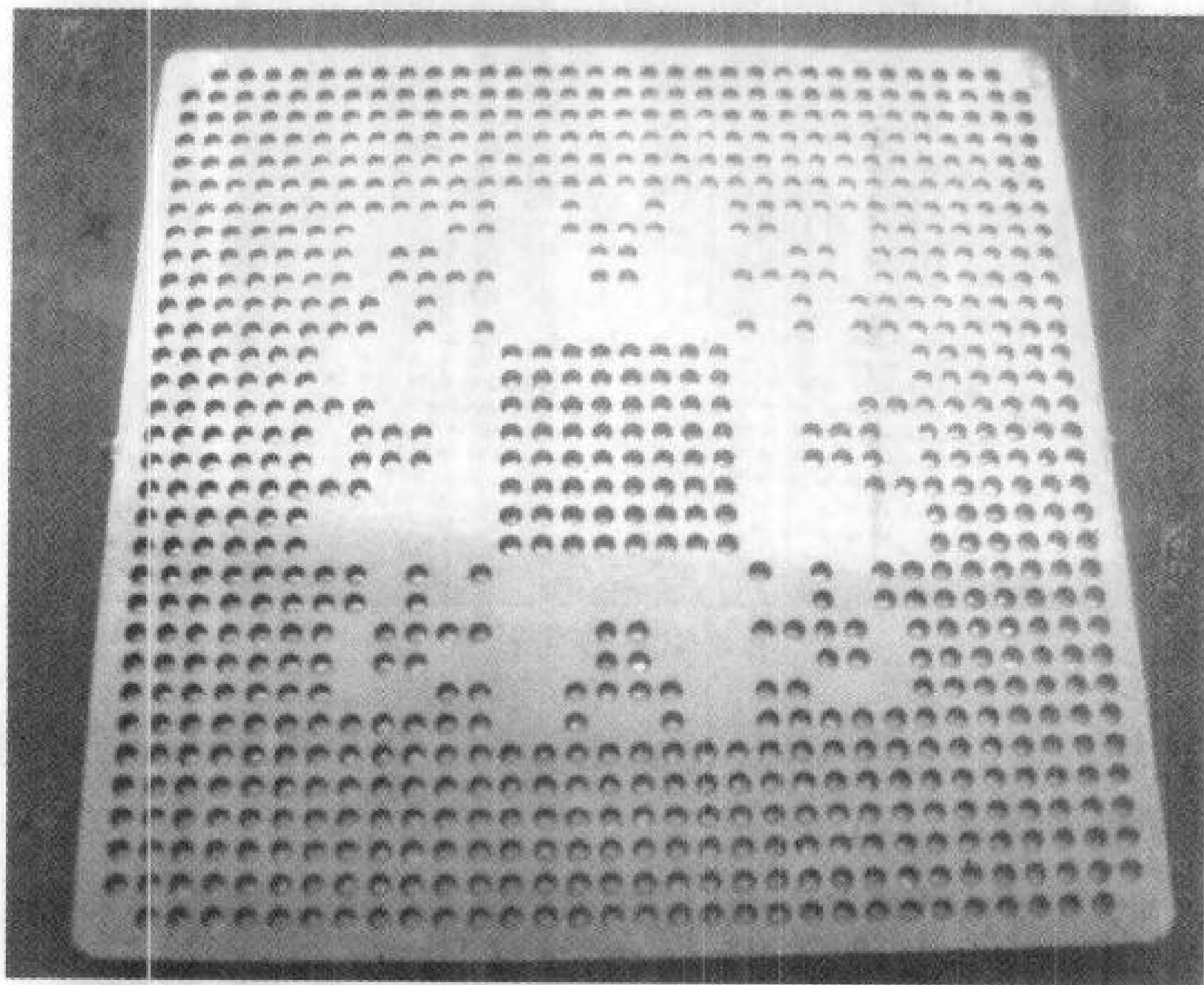


图 4-38 将专用钢网放量在芯片上

（6）往钢网上慢慢倒锡珠，直到整个钢网都填满了，如图 4-39 所示。

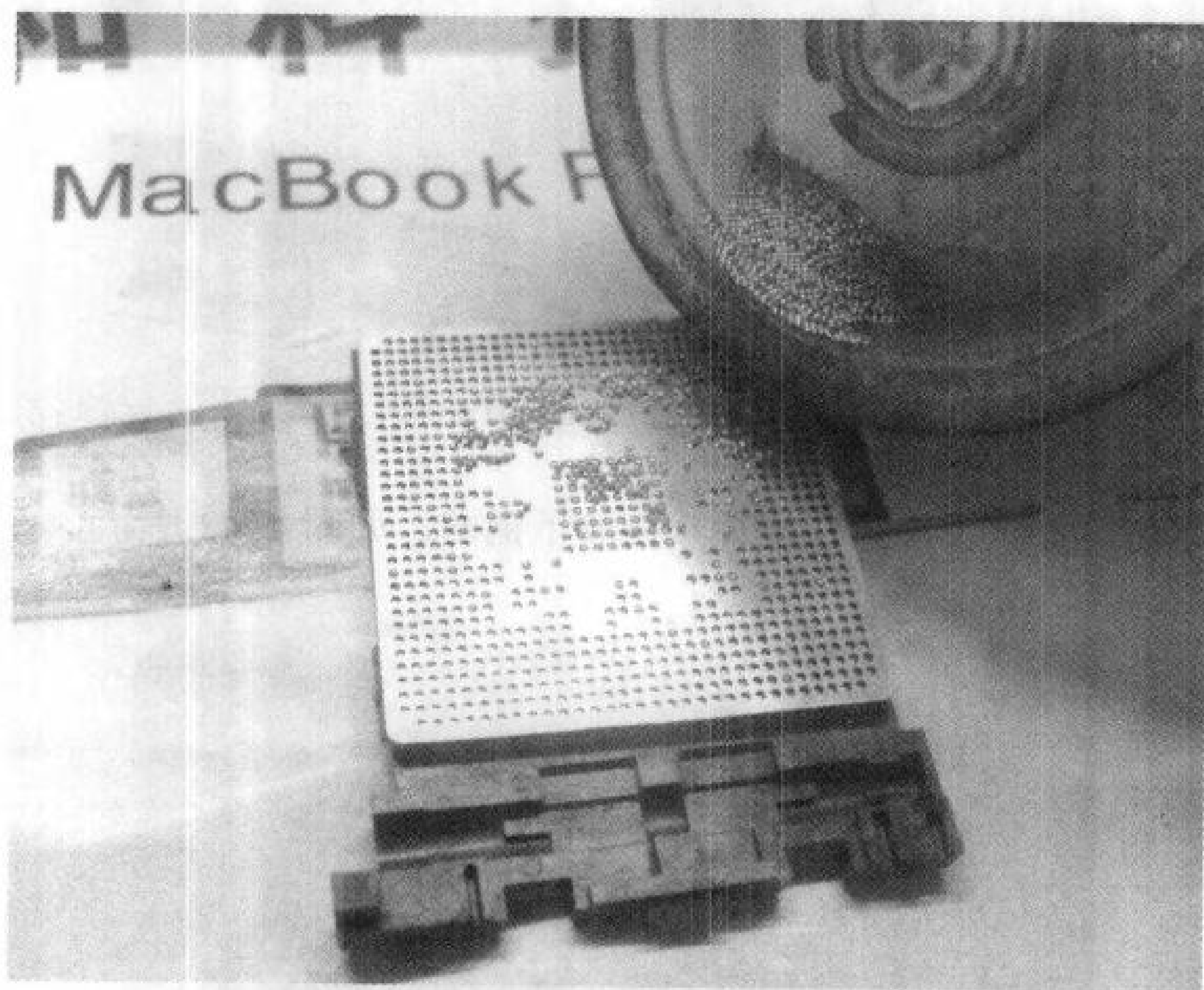
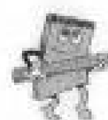


图 4-39 倒锡珠

**注意**

检查是否有遗漏，如图4-40所示。

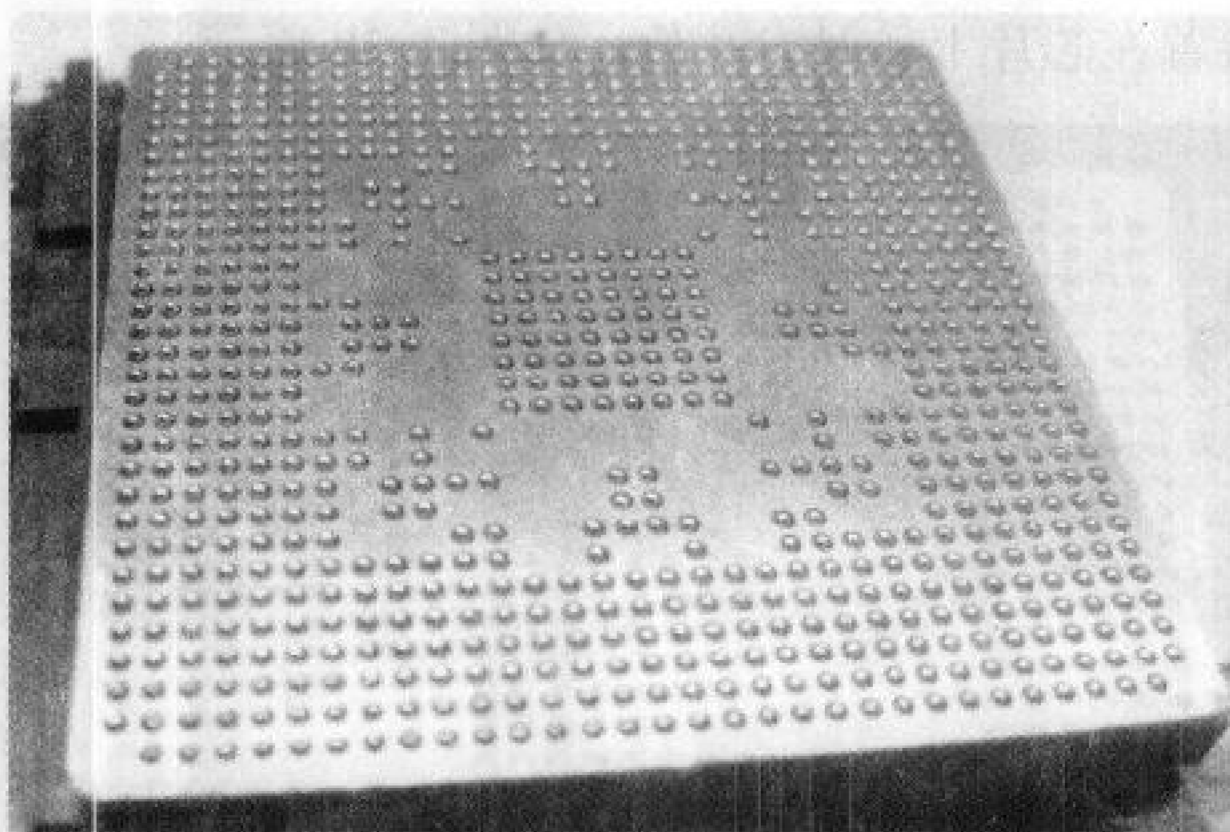


图 4-40　仔细检查

（7）使用热风枪快速旋转加热 GPU 及周边范围。为了防止钢网变形翘起，可以使用镊子压住两边，如图 4-41 所示。



图 4-41　镊子压住开始吹

（8）待锡珠熔化后，停止加热，冷却一会取下钢网，如图 4-42 所示。

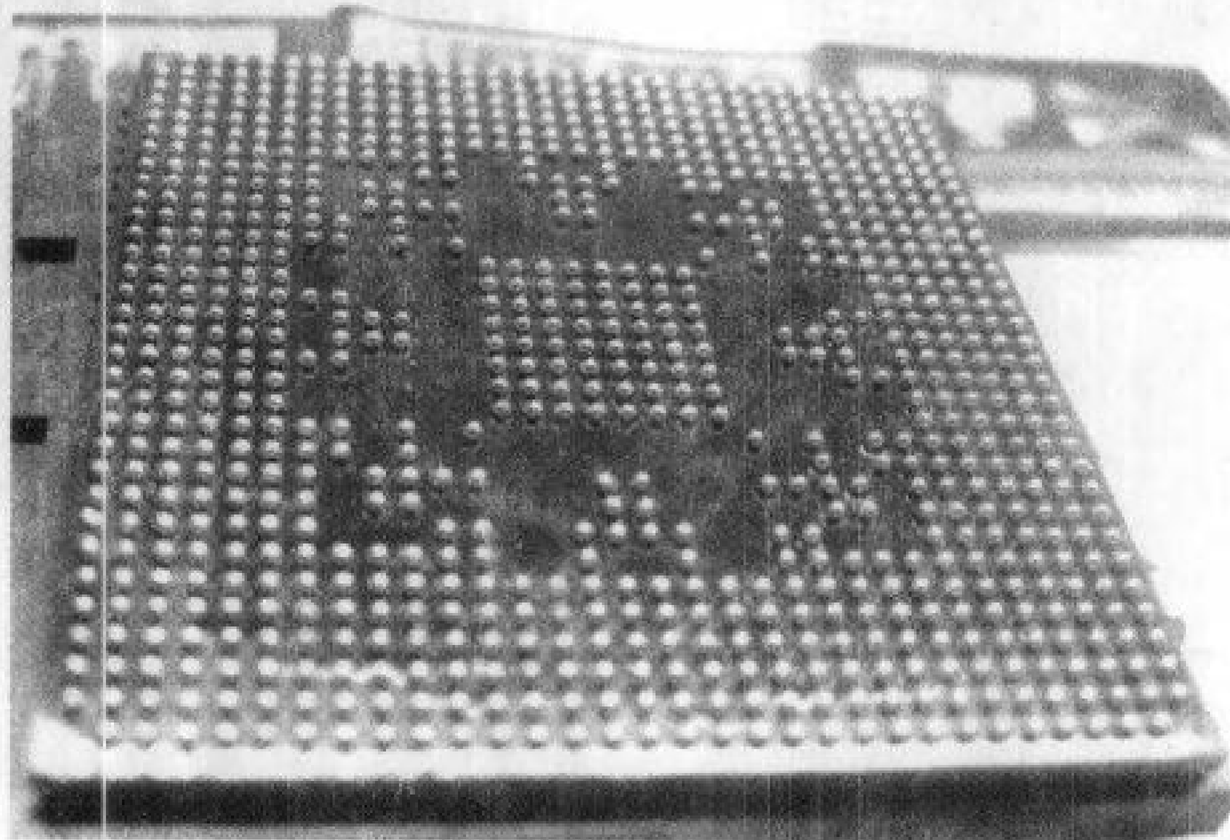


图 4-42　植株完成

（9）植株完成后即可开始焊接 GPU。将显卡固定在 BGA 机上，如图 4-43 所示。

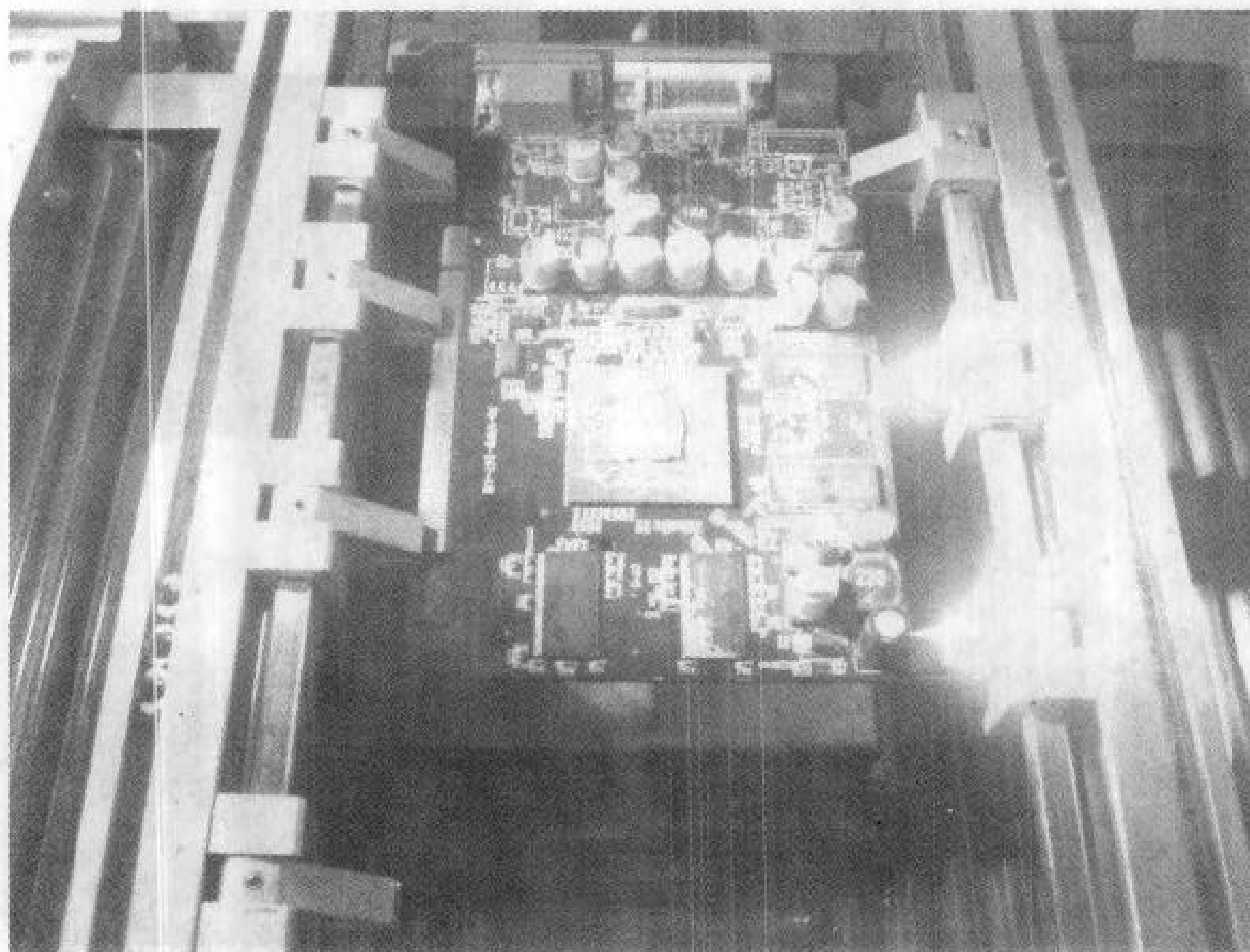


图 4-43 固定显卡

（10）GPU 四周对齐丝印，注意第一脚标志为如图 4-44 所示圆圈所示位置。

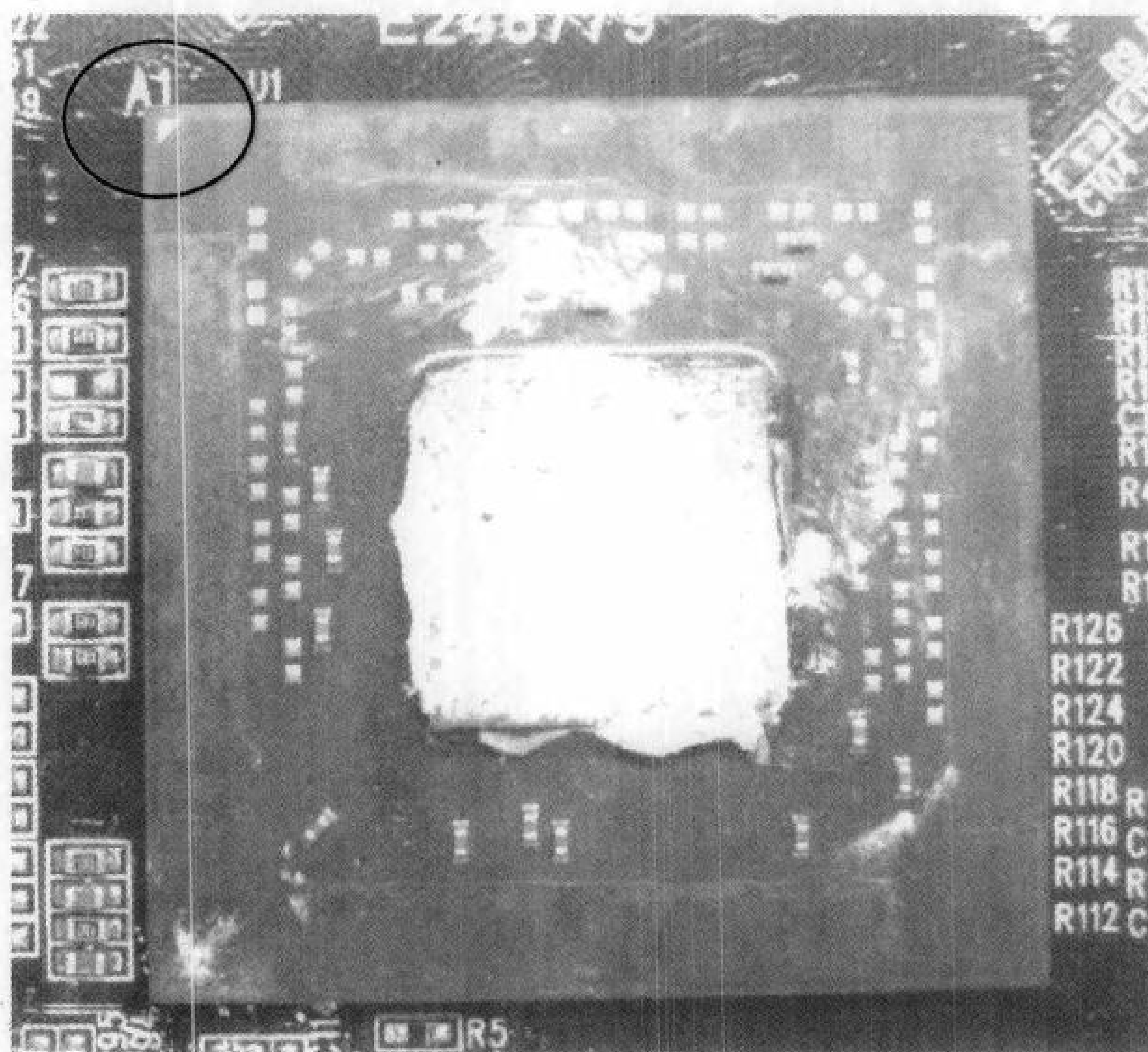


图 4-44 对准位置

（11）调整好风嘴，开始加热。注意观察锡珠变化，锡珠完全熔化后即可停止加热，如图 4-45 所示。

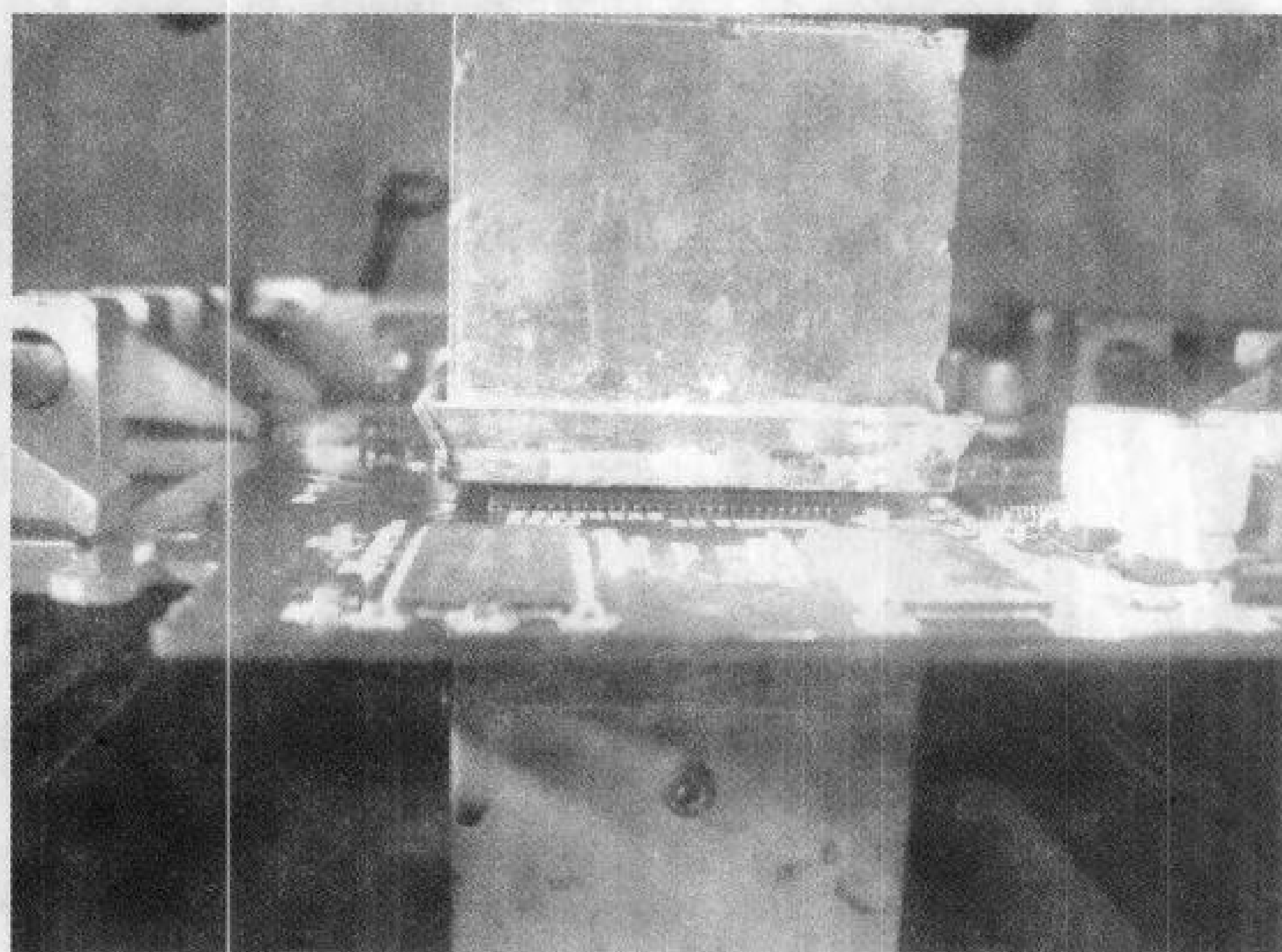


图 4-45　焊接中

（12）最后取下显卡，清洗 GPU 周边残留焊膏，核心部分涂上散热膏。

第 5 章

维修实例

◎ 无显示故障的维修实例

◎ “花屏”故障的维修实例

5.1 无显示故障的维修实例

5.1.1 显卡无供电故障

显卡型号：微星 6600

故障现象：点不亮

故障分析：一块 PCI-E 接口微星 6600 显卡点不亮，如图 5-1 所示。

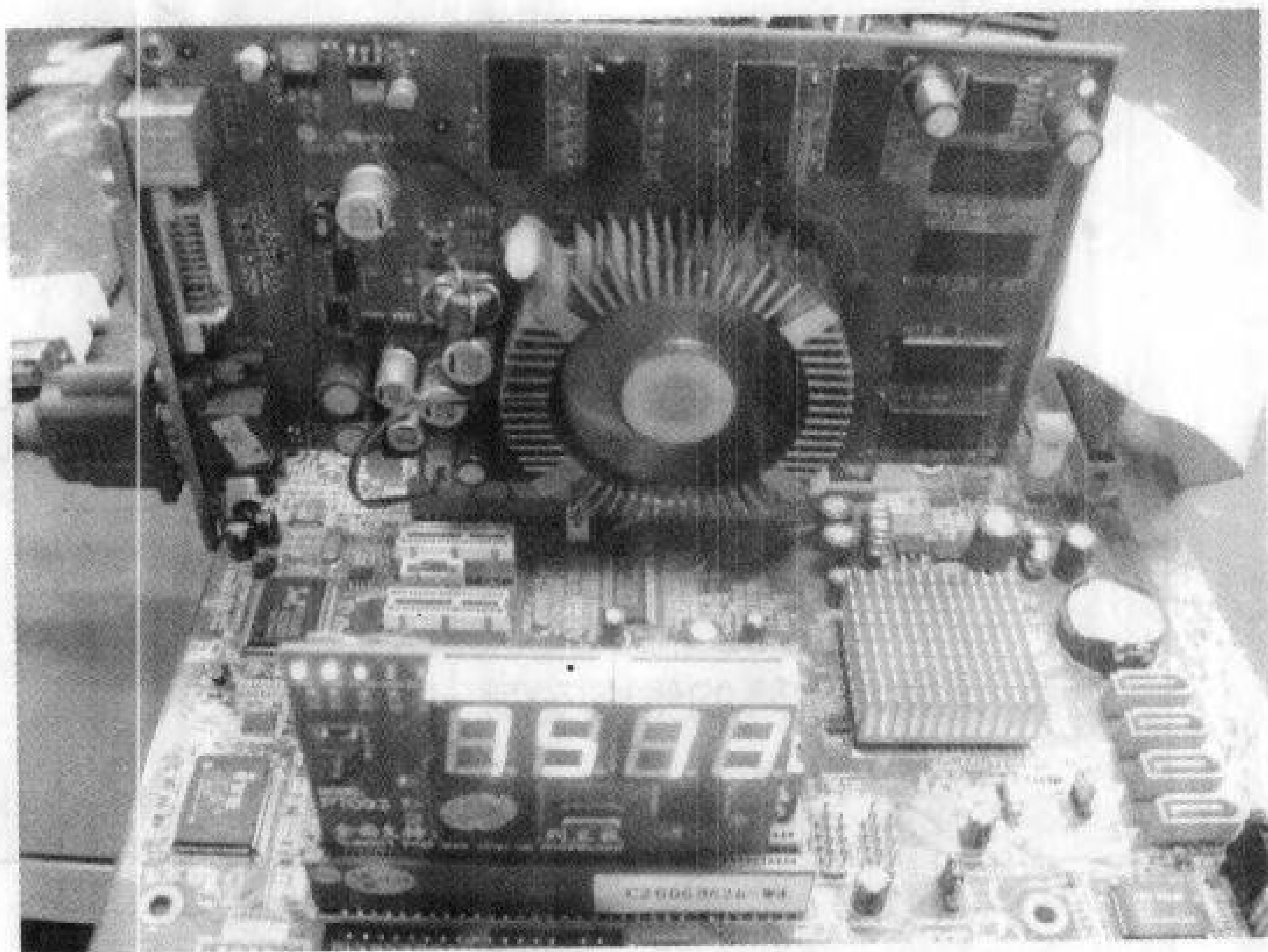


图 5-1 显卡点不亮

（1）查供电，发现没有核心供电，如图 5-2 所示。

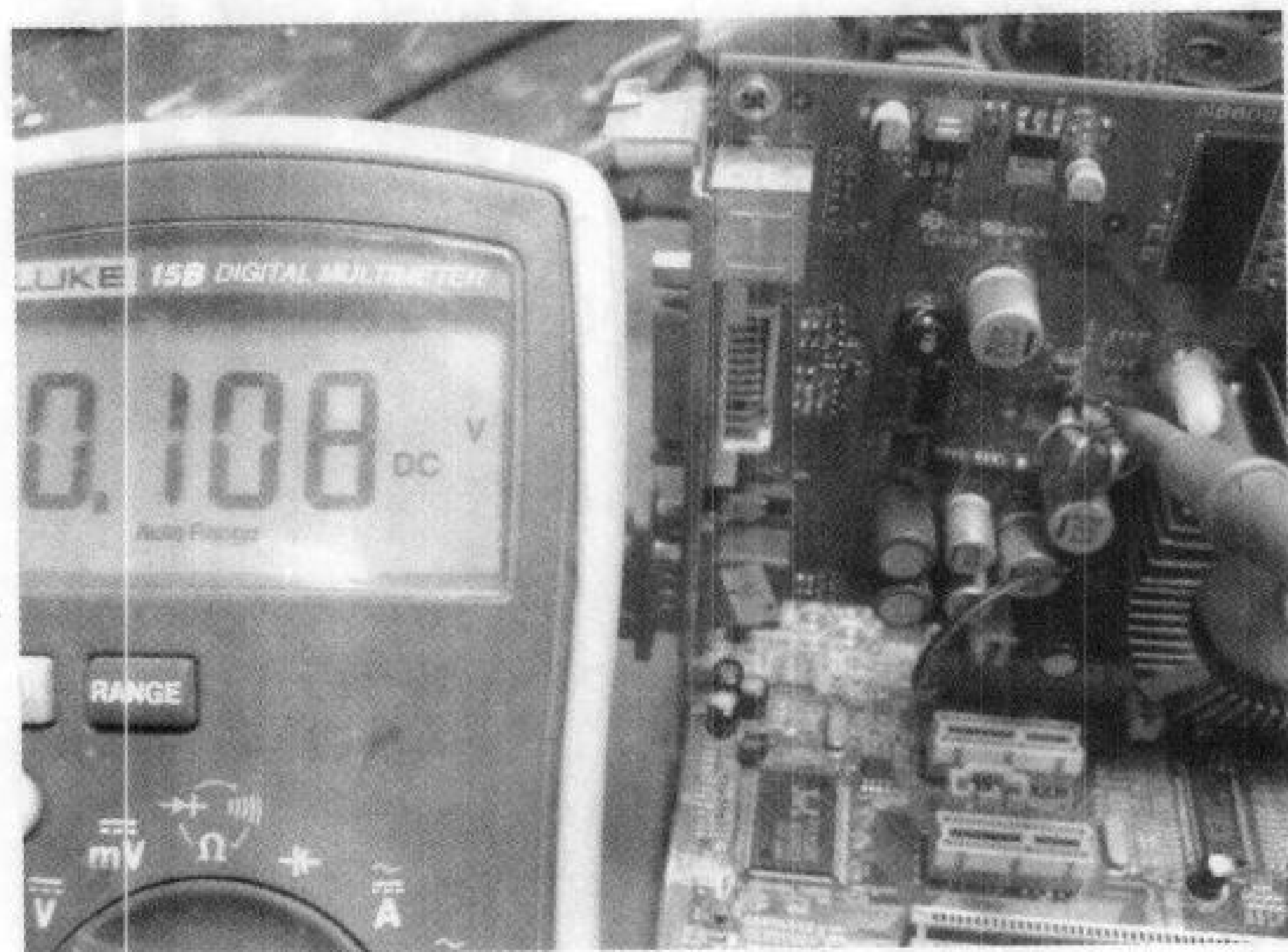


图 5-2 无核心供电

（2）观察 PCB 正面，发现只有几个场管和线圈，没有 PWM 芯片，如图 5-3 所示。

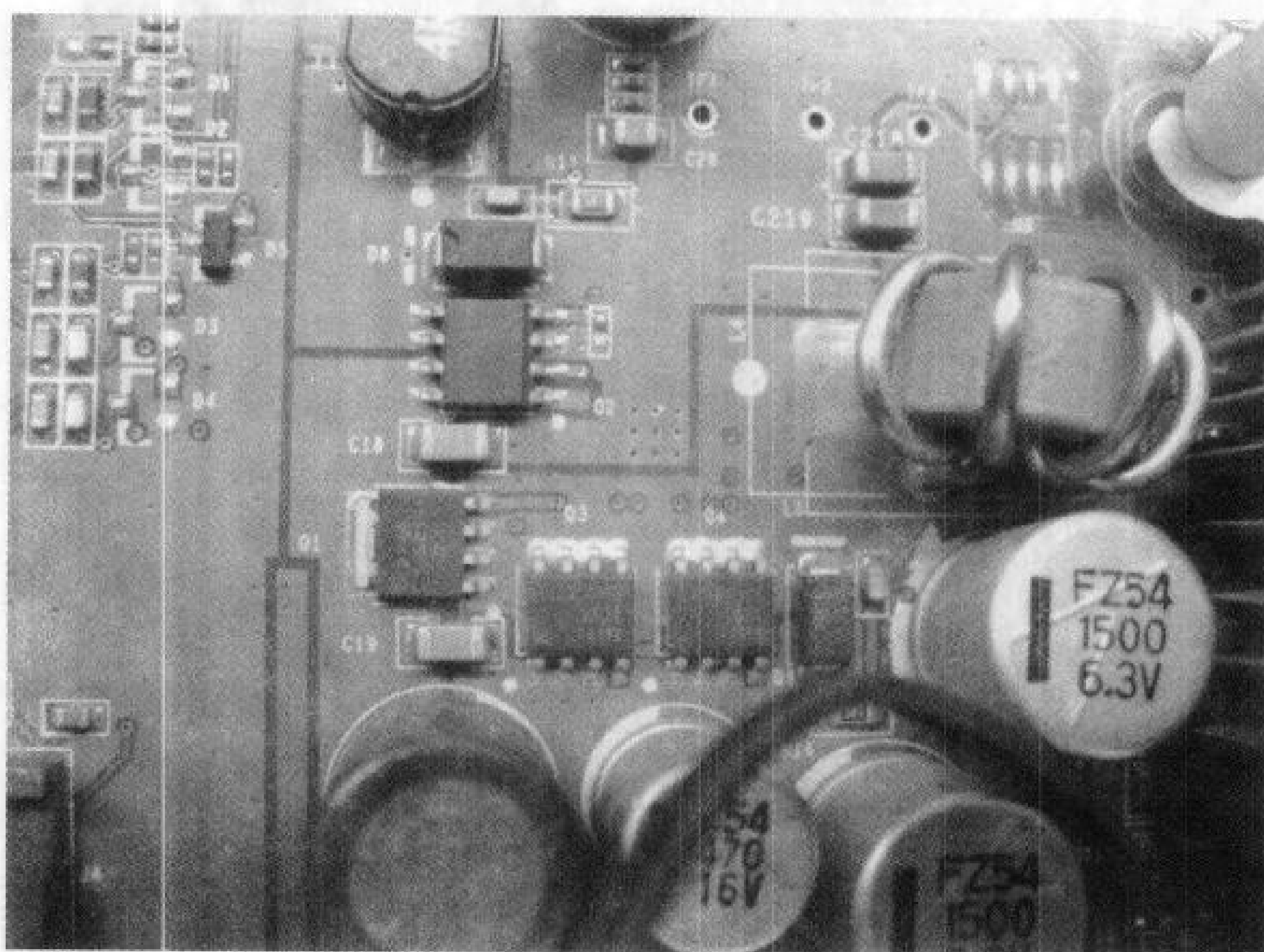


图 5-3　供电电路正面

（3）反面有一个电源管理芯片，仔细一看，其边上掉了一个元件，如图 5-4 所示。

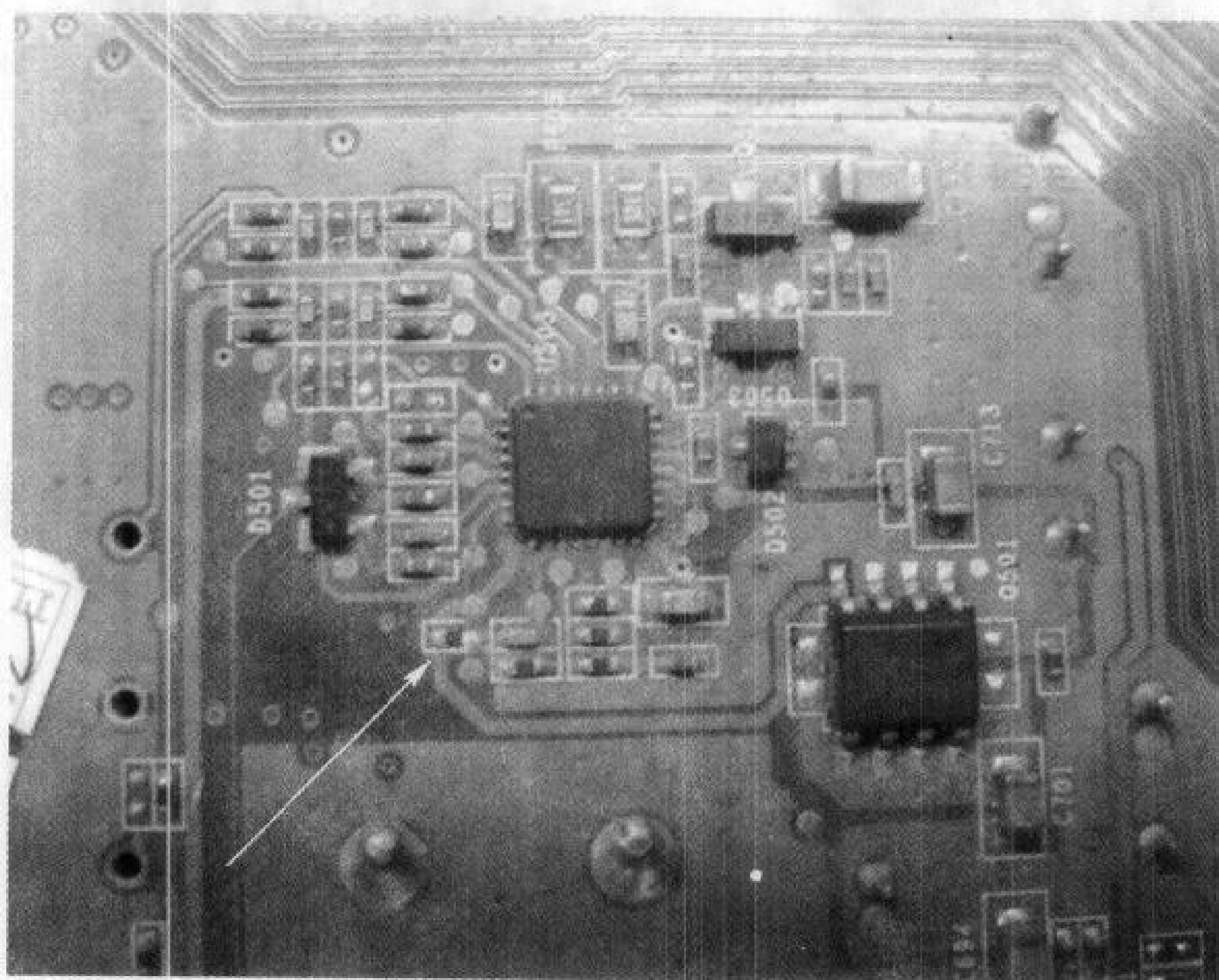


图 5-4　掉件

（4）找个好的显卡对比一看，掉件是个电阻，测量一下为 2.7kΩ，找个相同阻值的电阻补上，如图 5-5 所示。

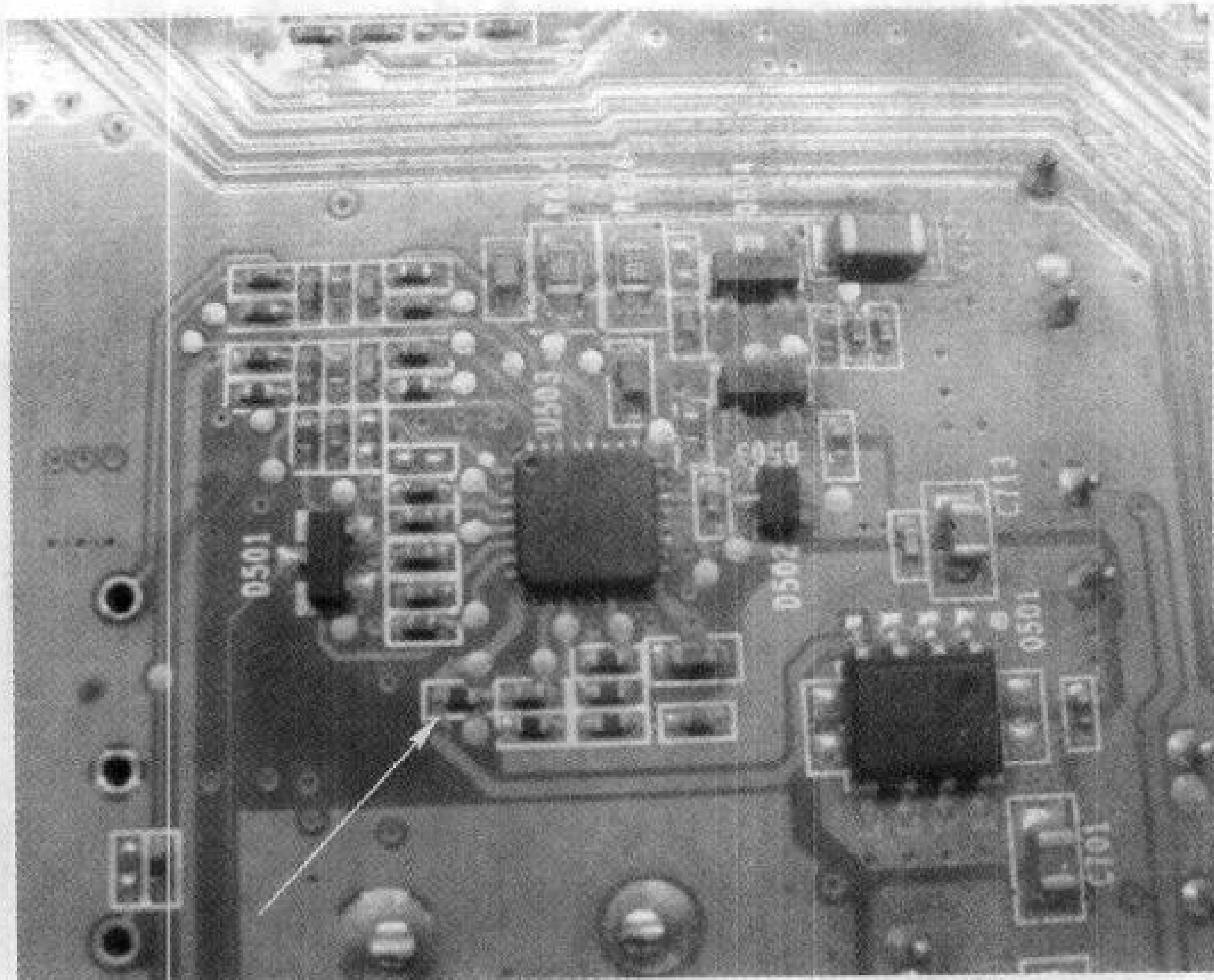


图 5-5 正常的显卡

（5）再次通电测试，有了核心供电，显卡可以点亮，如图 5-6 所示。

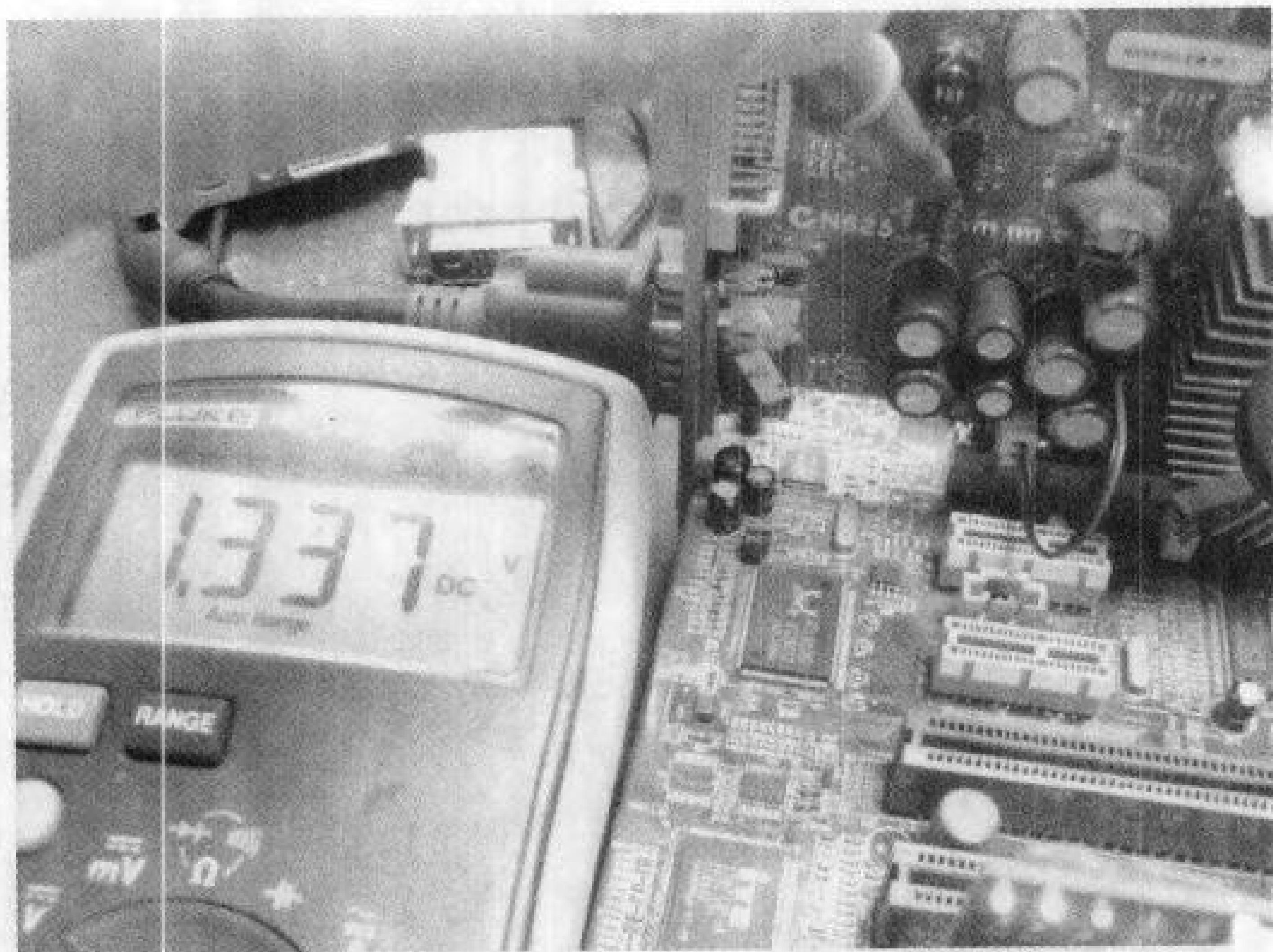


图 5-6 核心供电正常了

总结：一定要仔细观察外观。

5.1.2 显卡不亮，需刷 BIOS 解决的故障

显卡型号：七彩虹 6600

故障现象：点不亮

故障分析：正常的主板，只要插上这个七彩虹天行 6600-GD2 CT 超频版显卡（见图 5-7），就会挡在 2b 不动了（此显卡的风扇换了）如图 5-8 所示。使用 PCI 显卡可以显示。

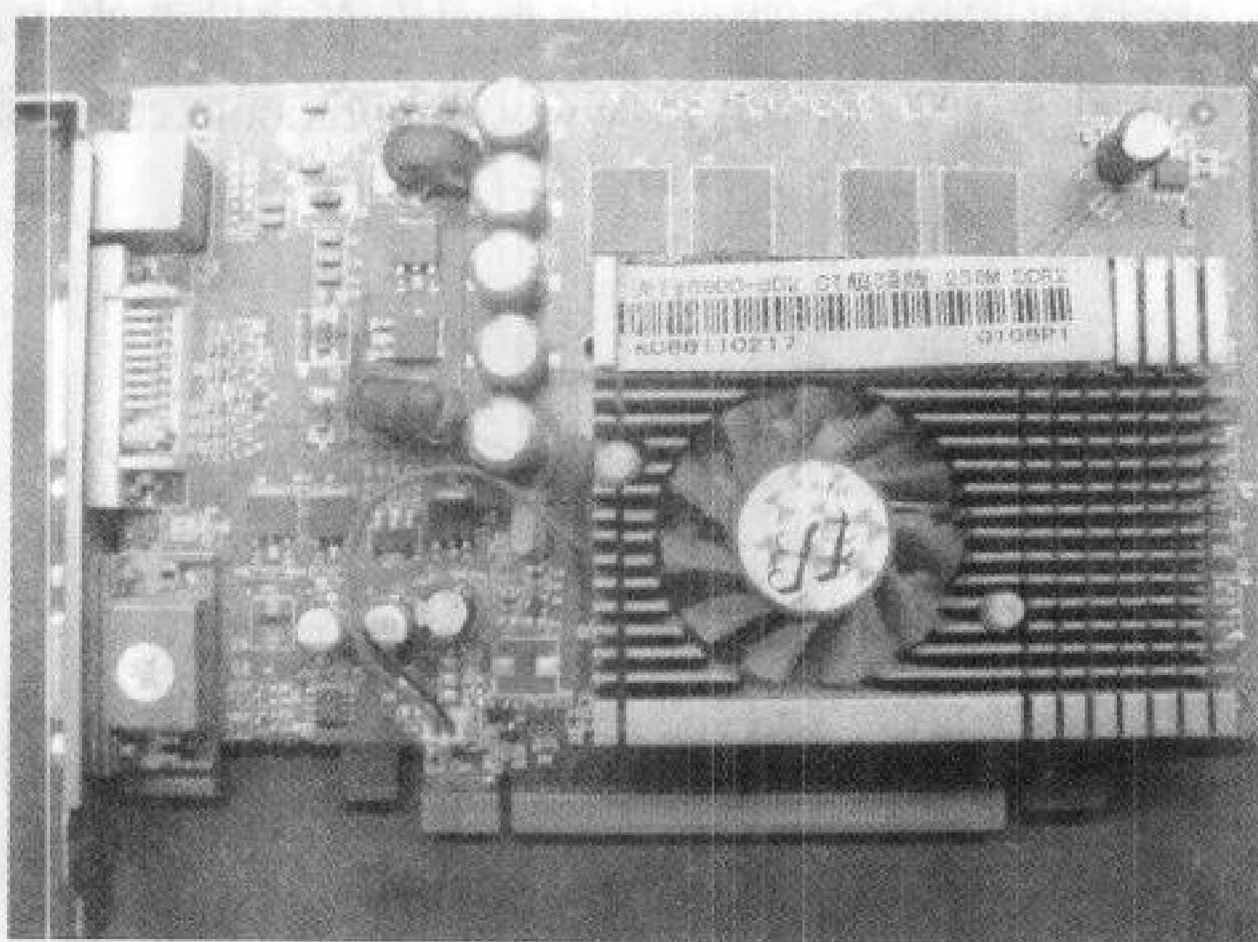


图 5-7 天行 6600 显卡

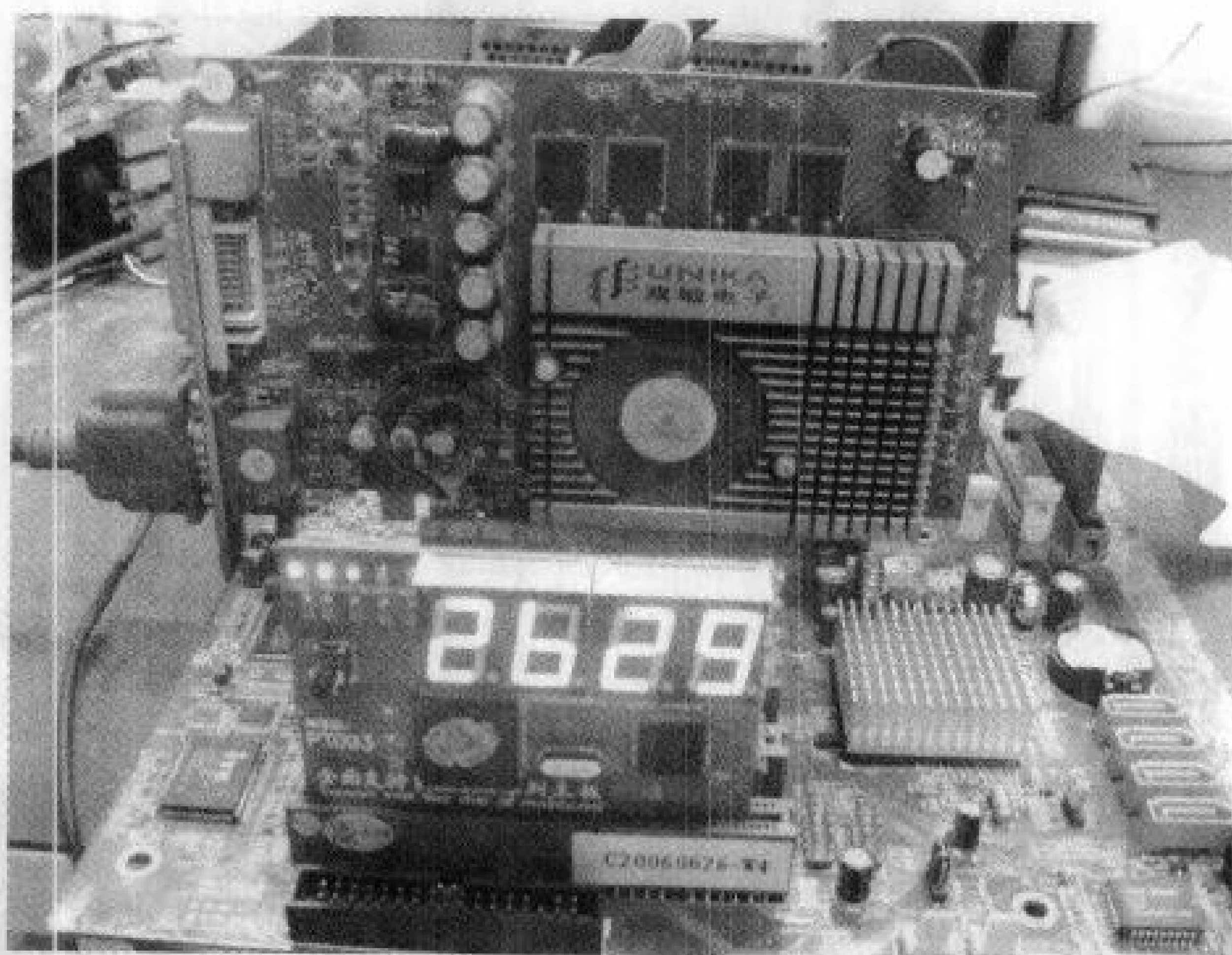


图 5-8 挡在 2b

（1）启动进 DOS，输入“NV577 -C”，可以显示出核心型号和 BIOS 信息，如图 5-9 所示。

```
D:\VGA>cd bios

D:\VGA\BIOS>nv577 -c

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

Adapter: GeForce 6600        (10DE,0141,0000,0000) H:--:NRM B:01,PC),

The display may go *BLANK* on and off for up to 10 seconds during acce
EEPROM depending on your display adapter and output device.

Identifying EEPROM...
EEPROM ID (20,0005) : ST M25P05 2.7-3.6V 512Kx1S, page

D:\VGA\BIOS>_
```

图 5-9 显卡参数

（2）怀疑是 BIOS 资料损坏导致，因测试硬盘中没有此显卡的 BIOS 文件，只得焊下 ROM 芯片放到编程器（见图 5-10）上刷。从 www.chinafix.com.cn 下载一个七彩虹 6600 超频版 256MB 的 BIOS 刷进去。

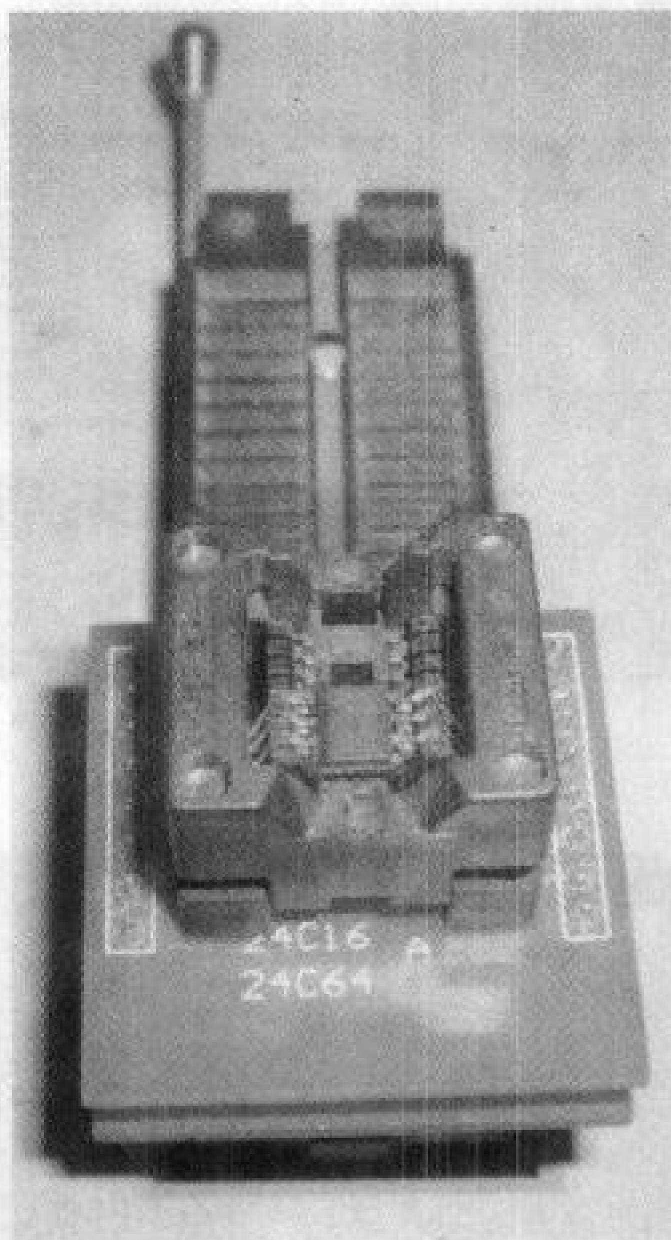


图 5-10　SPI 转接座

（3）再次通电，显卡可以顺利过 2b，有显示了。选择进 DOS，进入显卡测试程序选择的界面，如图 5-11 所示。

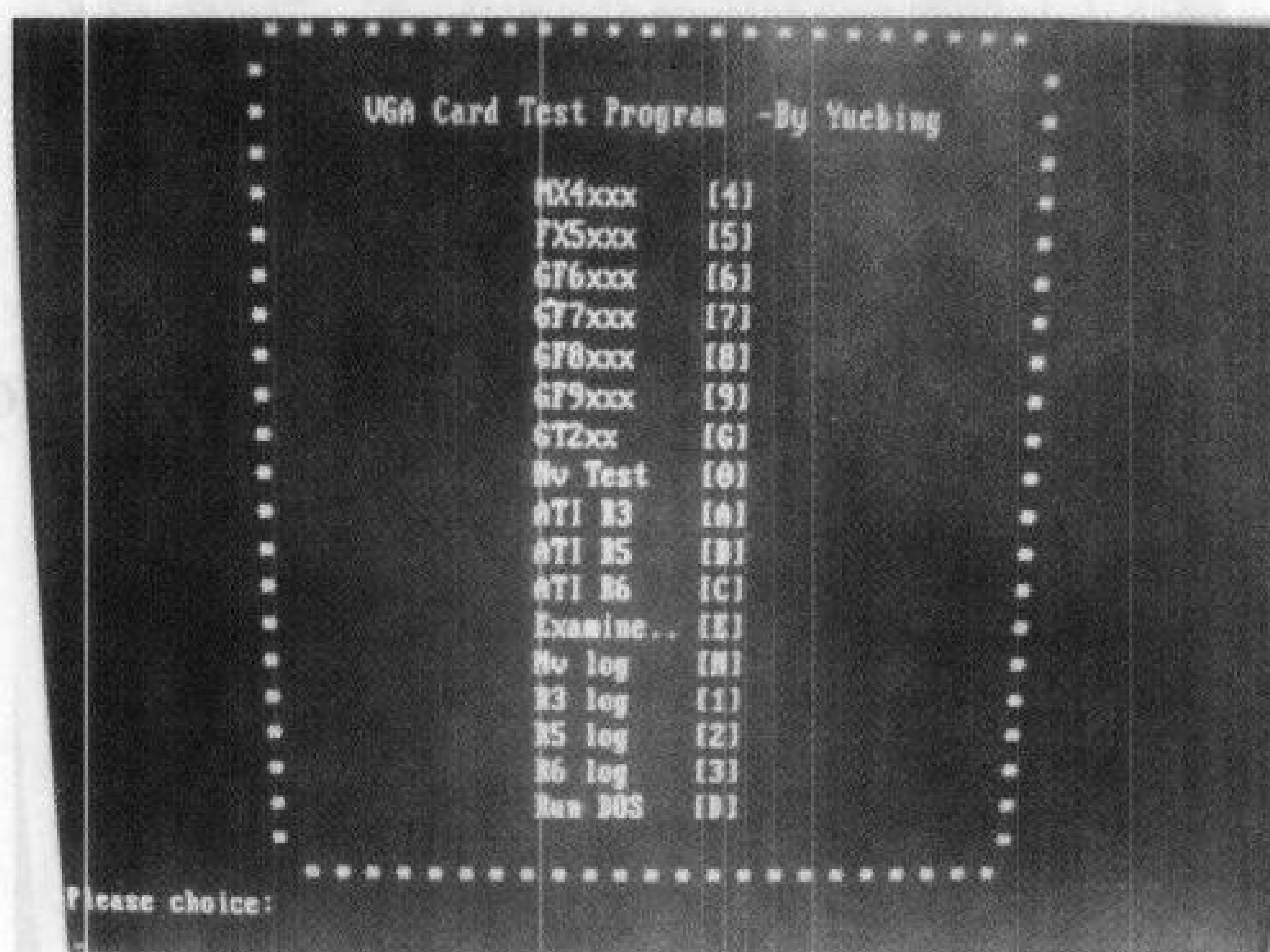


图 5-11　测试程序

（4）选择 6，测试 6600 系列显卡（这里设置了只测试 10%），如图 5-12 所示。

（5）测试通过，如图 5-13 所示。

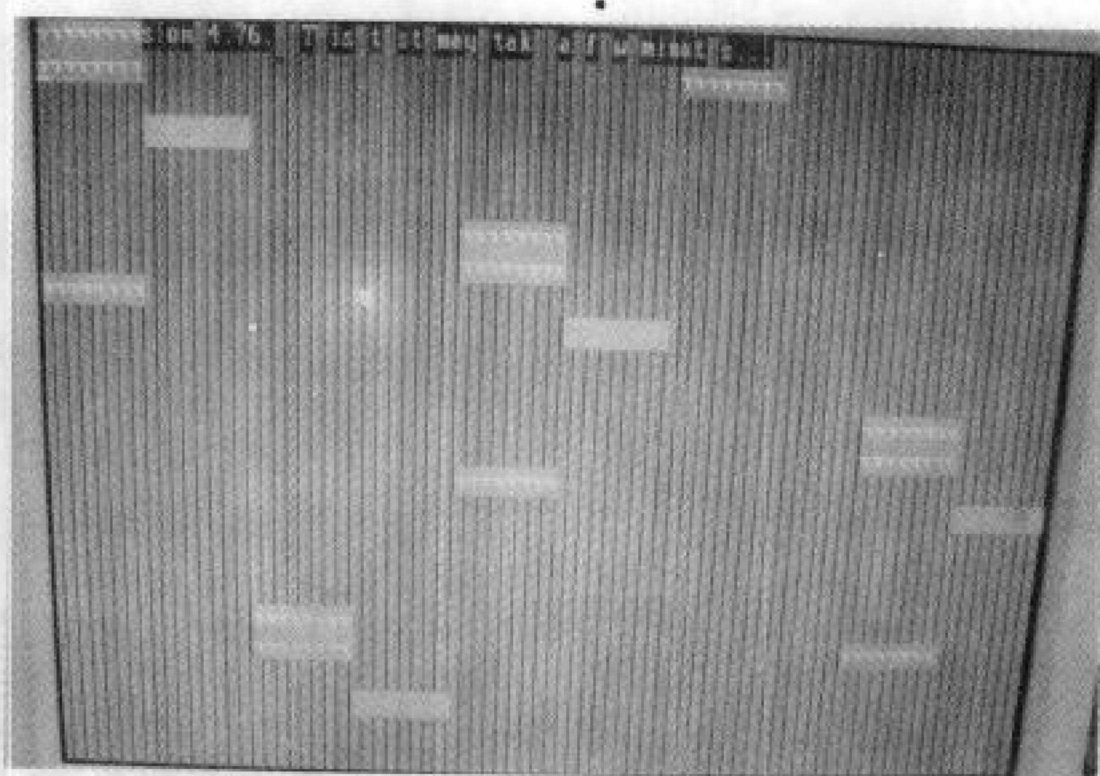


图 5-12　测试中

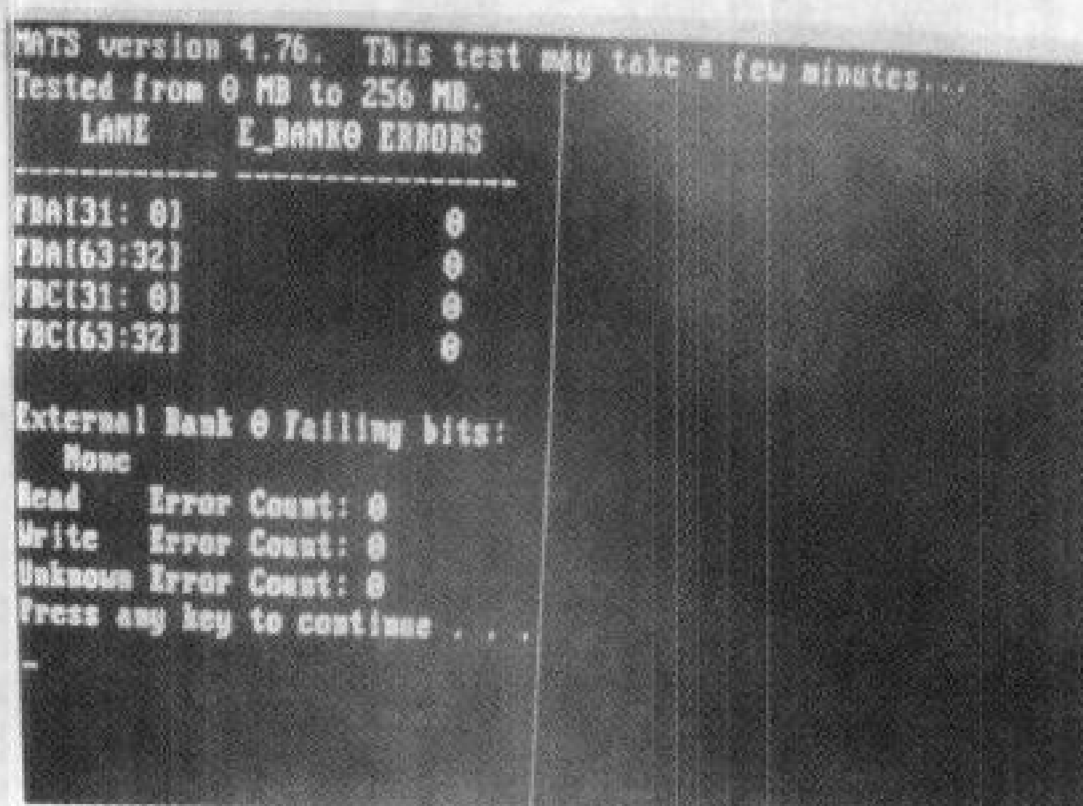


图 5-13　测试通过

总结：一般挡 2b 多为 BIOS 损坏。使用 BIOS 刷新程序能显示出 BIOS 信息但无显示的多为 BIOS 损坏。

5.1.3　7300PCI-E 显卡 GPU 损坏故障

显卡型号：7300 PCI-E 显卡

故障现象：点不亮

故障分析：一片 7300 PCI-E 显卡，nVIDIA 核心，故障为点不亮。

（1）使用 PCI 显卡启动，在 DOS 下输入“NV577-C”提示找不到显卡，如图 5-14 所示。

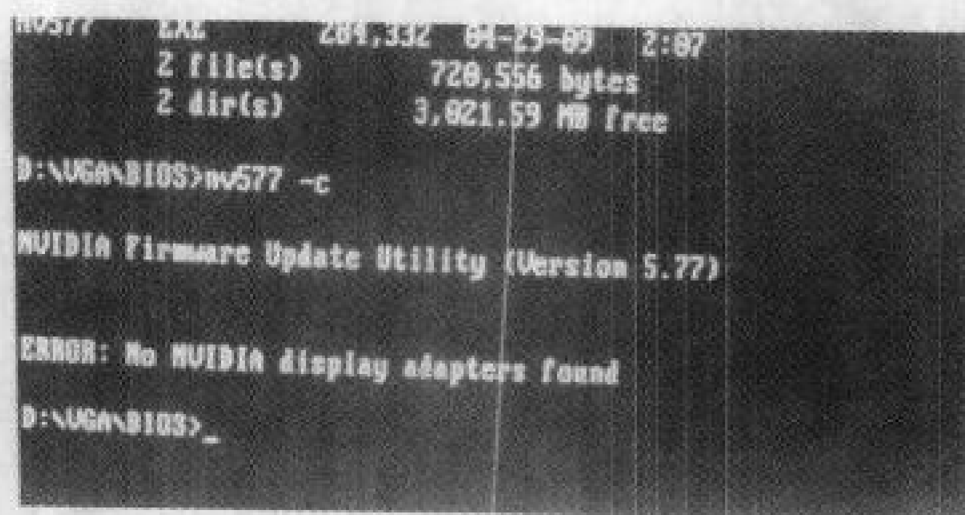


图 5-14　找不到显卡

（2）测量显卡的供电，时钟都没问题，开始打 PCI-E 总线的值（反面要量电容靠近 GPU 一端），正常值为 220，如图 5-15 所示。

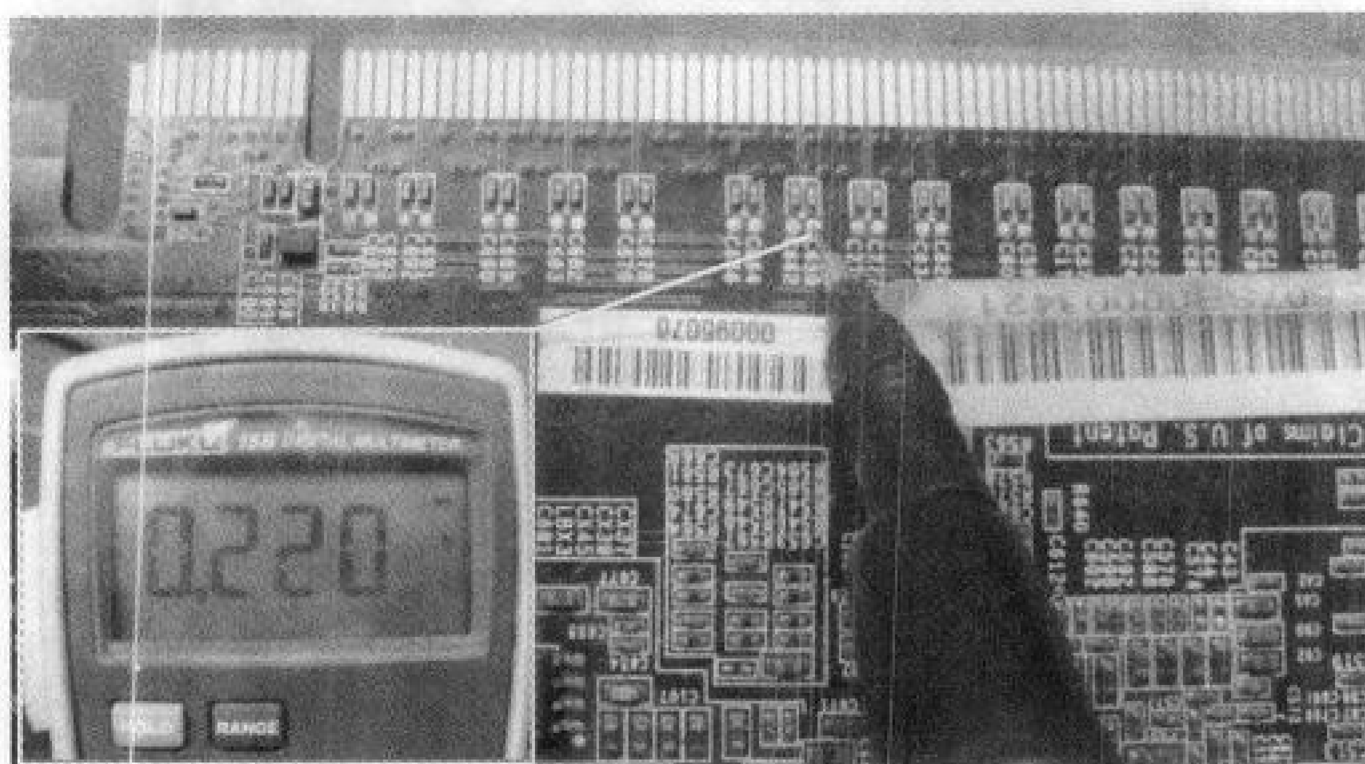


图 5-15　正常数值 220

（3）测量到有一个点的值为无穷大，表示此点到核心部分有断路，如图 5-16 所示。

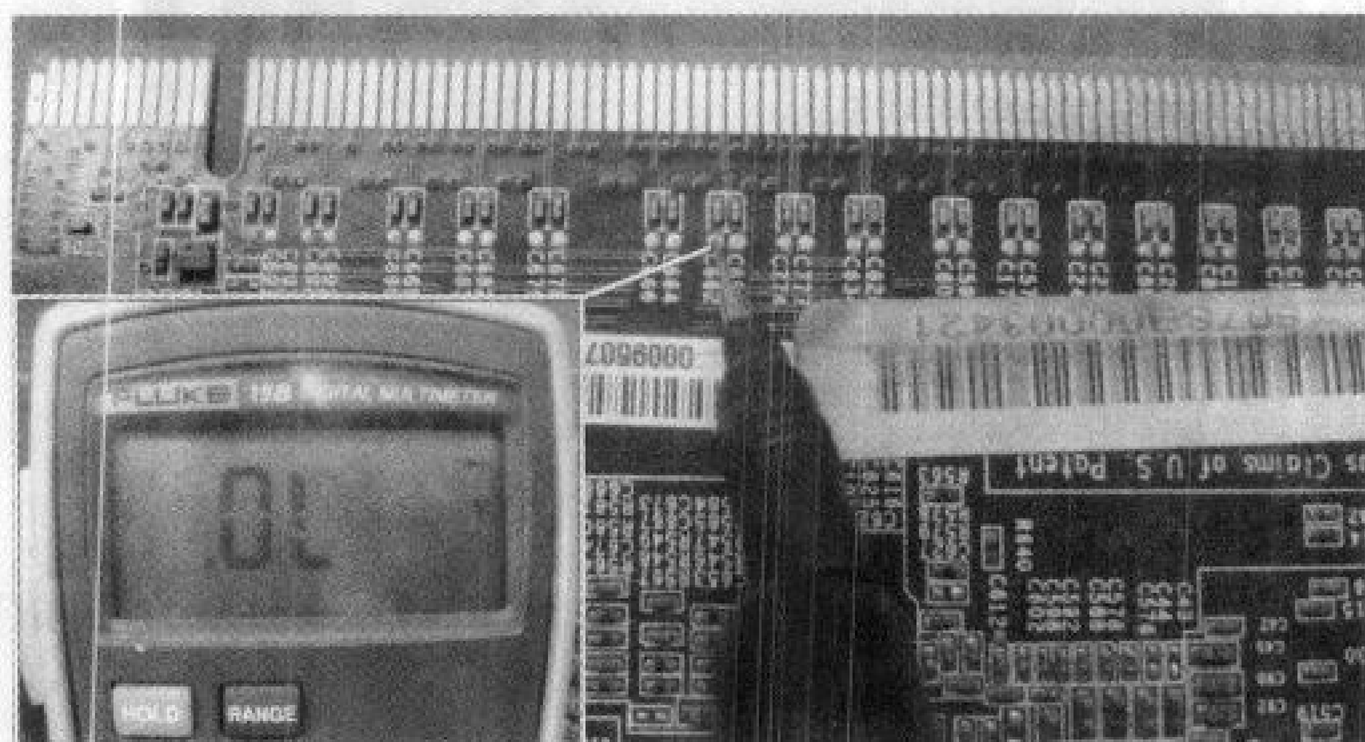


图 5-16　无值断路的测量

（4）从耦合电容沿着线路跑到 GPU 后面的过孔，如图 5-17 所示。

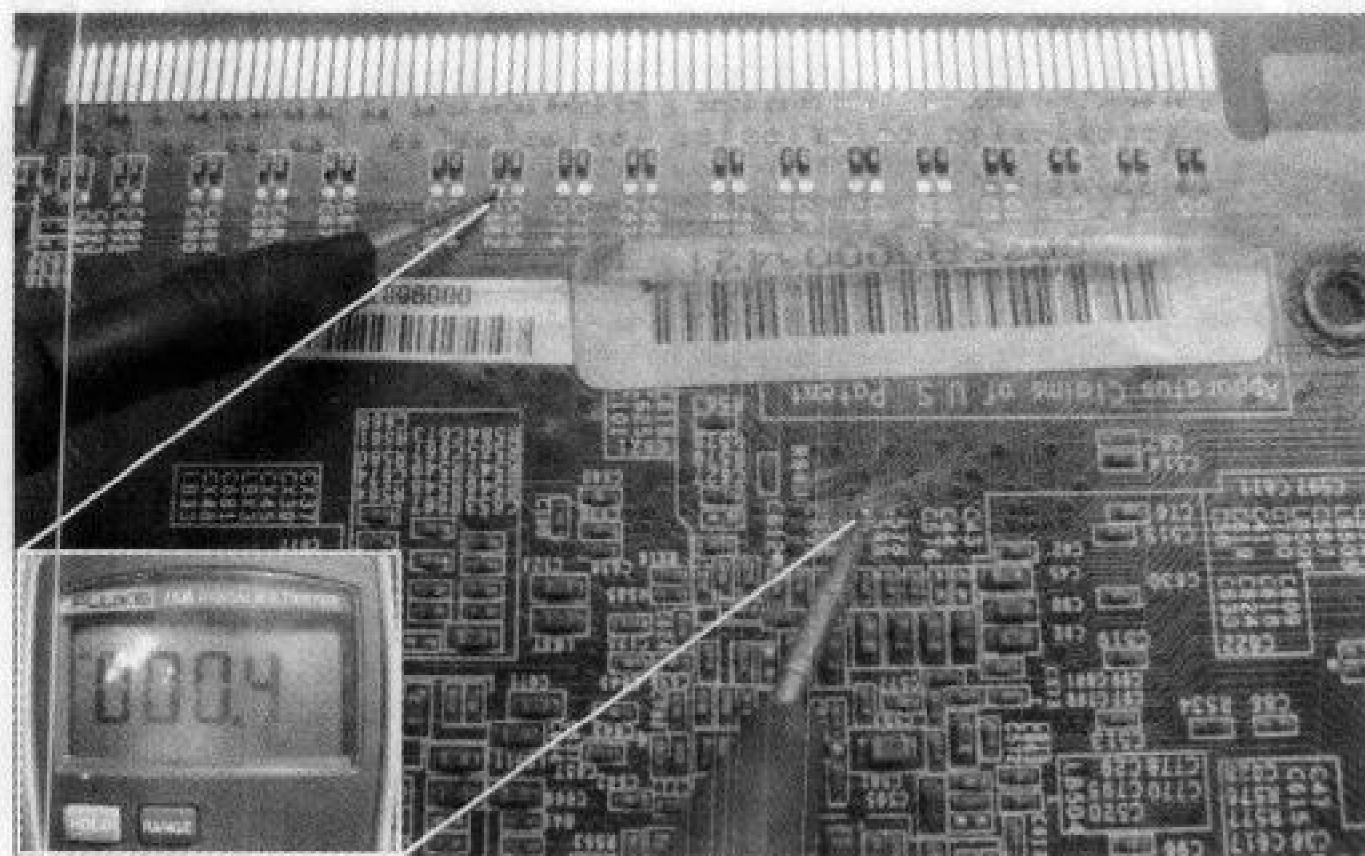


图 5-17　跑线

（5）既然跑线到达了 GPU，就先把 GPU 拆下来，如图 5-18 所示。

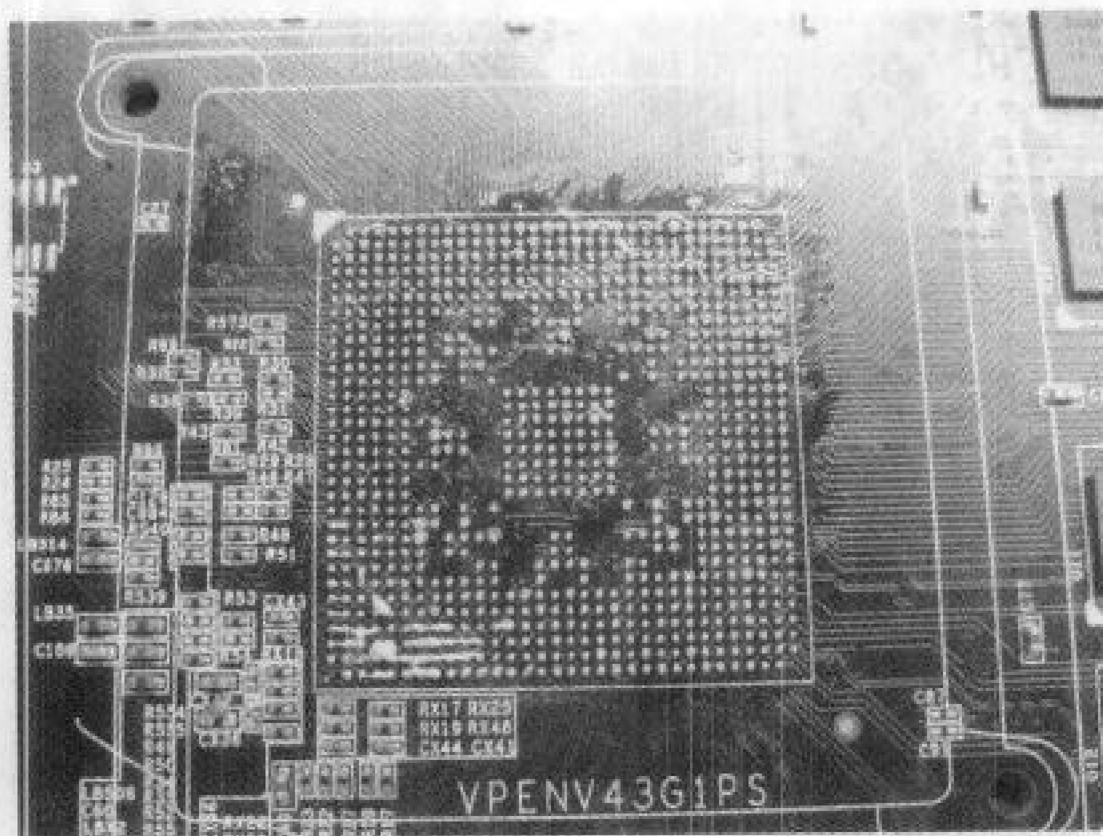


图 5-18　拆下 GPU

（6）使用镊子，找出这个过孔在对面的相应点位，如图 5-19 和图 5-20 所示。

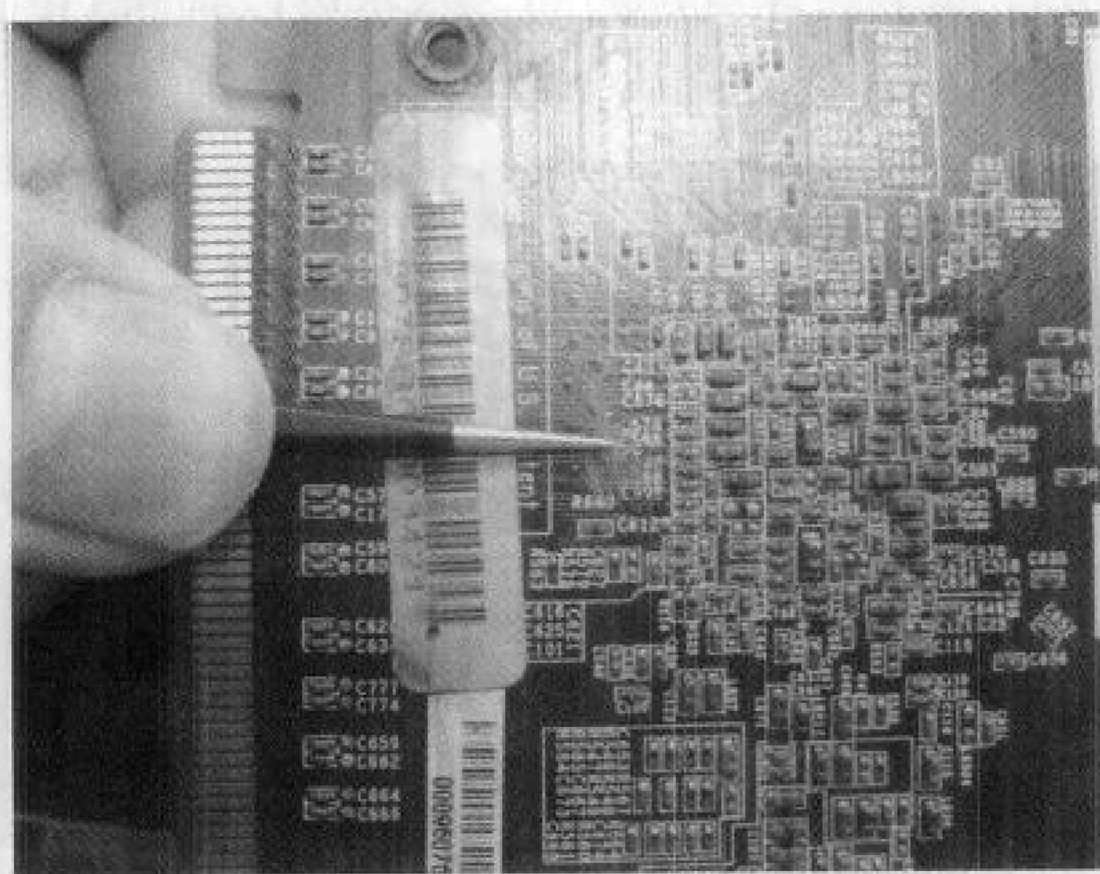


图 5-19　镊子跑线法①

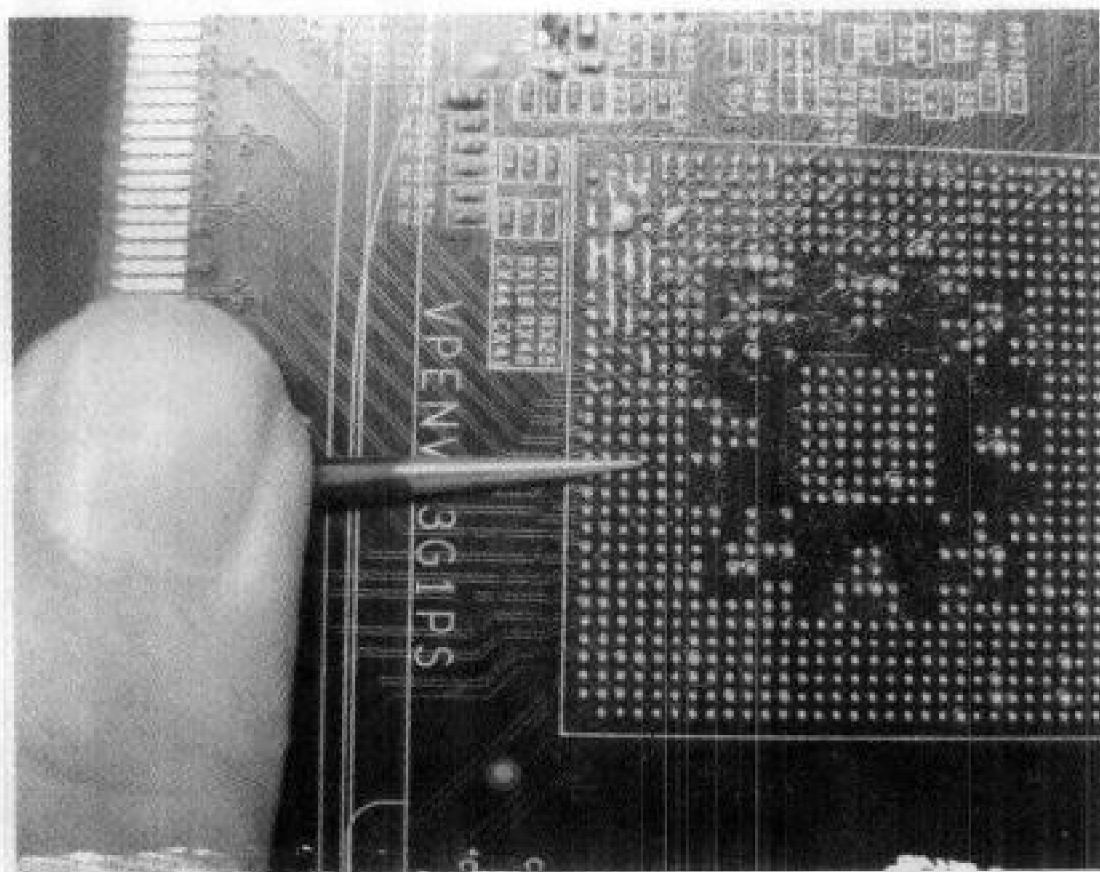


图 5-20　镊子跑线法②

（7）点位找出来后，测量一下此过线孔，发现该过孔很正常，如图 5-21 所示。

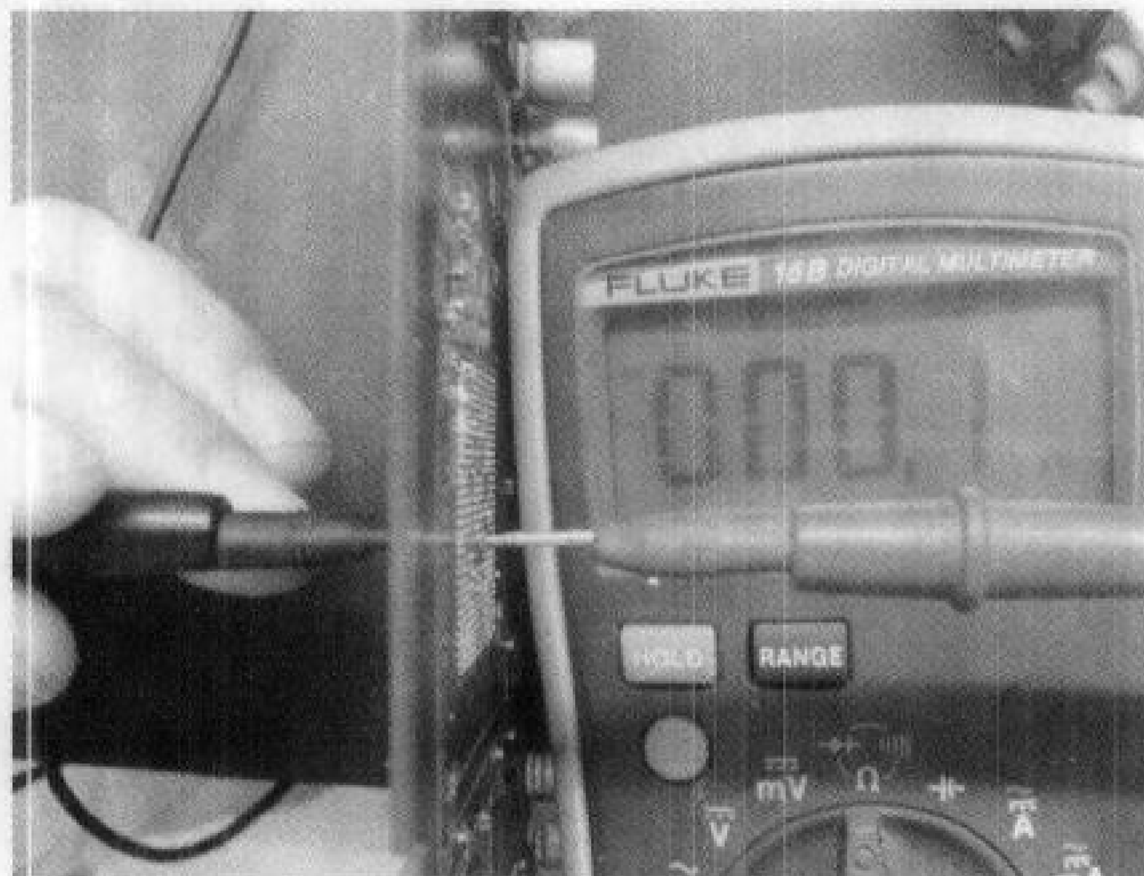


图 5-21　过孔是通的

（8）既然从电容到 GPU 底下的焊点是通的，基本可以判断 GPU 是坏的。接下来验证我们的判断，看清楚这个点位的坐标位置：从下数第 14 横排第 4 个（见图 5-22）。

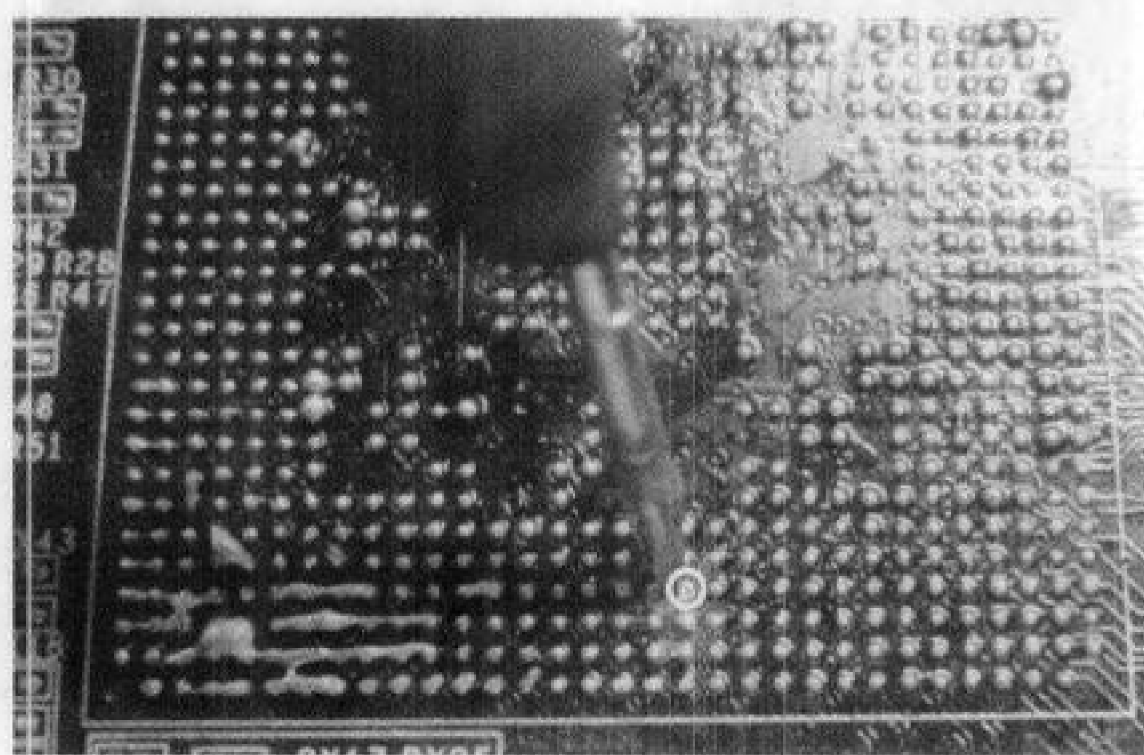


图 5-22　对应点位

（9）把 GPU 位置对好，看清第一脚的位置，如图 5-23 所示。

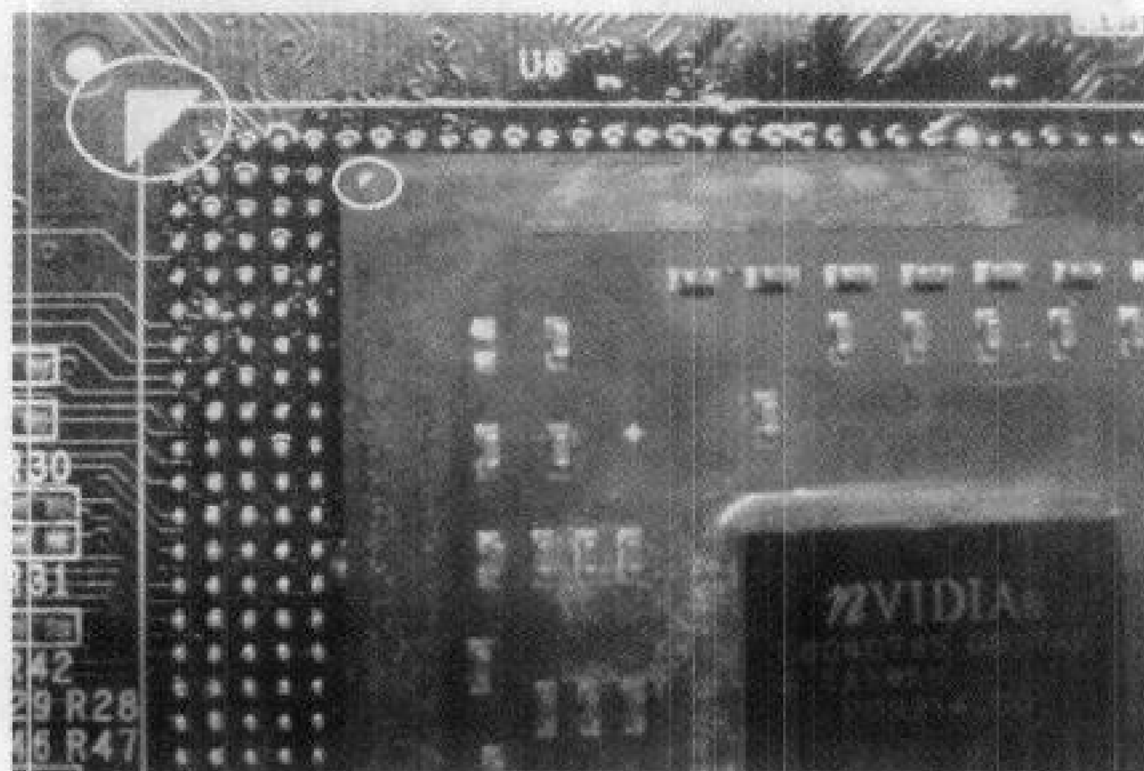


图 5-23　第一脚位置

（10）把 GPU 翻过来，找出 GPU 对应的点位，如图 5-24 所示。

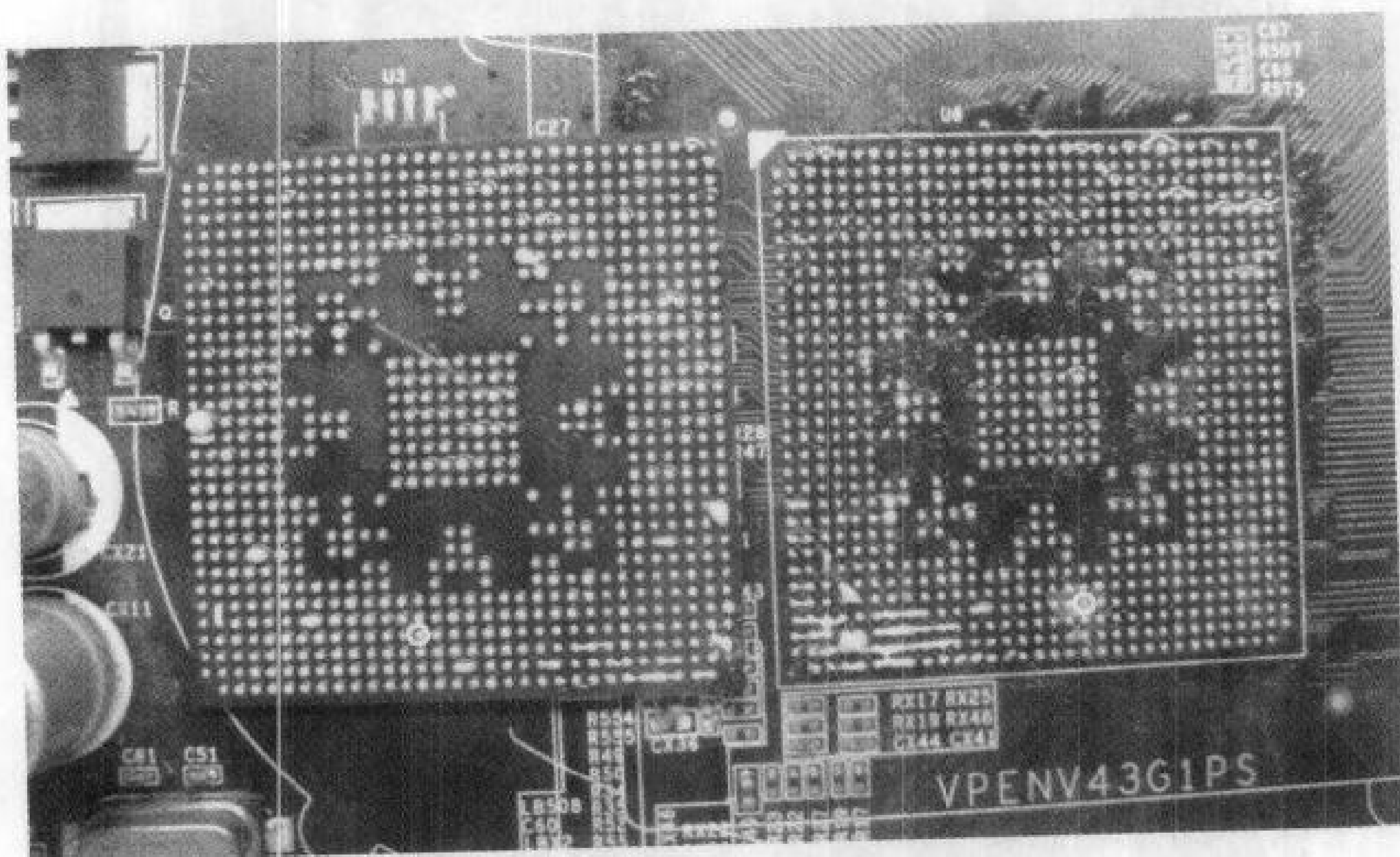


图 5-24 对应位置

（11）通过以上方法，已经找出这个信号线在 GPU 的位置了。通常情况下，BGA 封装的芯片的中间部分都是地线，如图 5-25 所示。

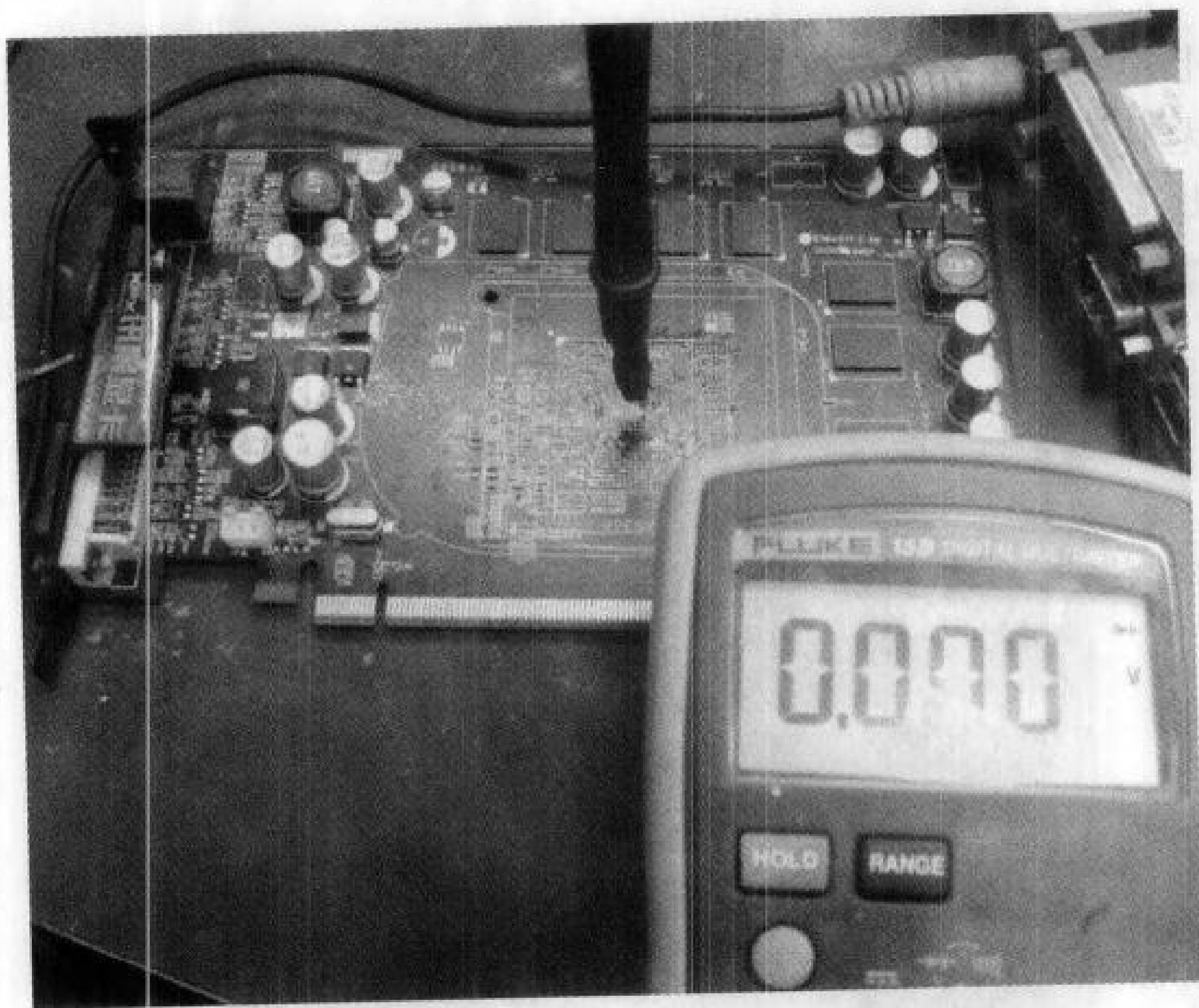


图 5-25 中间接地

（12）万用表一针接地，一针接信号线，为无穷大，如图 5-26 所示，证明 GPU 损坏。更换 GPU 后，显卡正常。

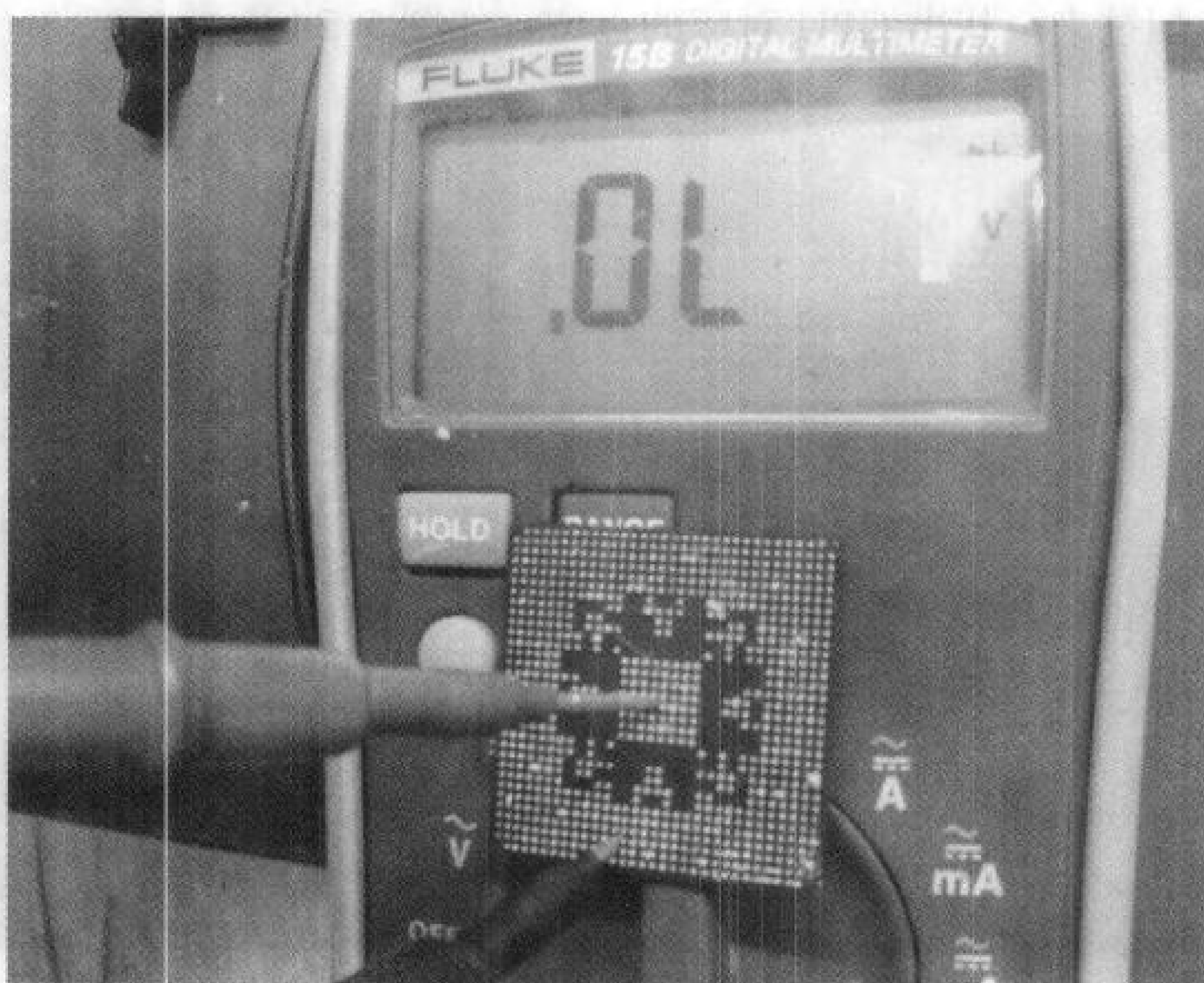


图 5-26 判定 GPU 坏

5.1.4 七彩虹 GeForce 6500 显卡空焊故障

显卡型号：七彩虹 GeForce 6500

故障现象：无显示

故障分析：此显卡无显示，首先把金手指擦干净，依旧无显示。

（1）使用 PCI 显卡进 DOS，输入“nv -c”不能识别出 GPU 型号，如图 5-27 所示。

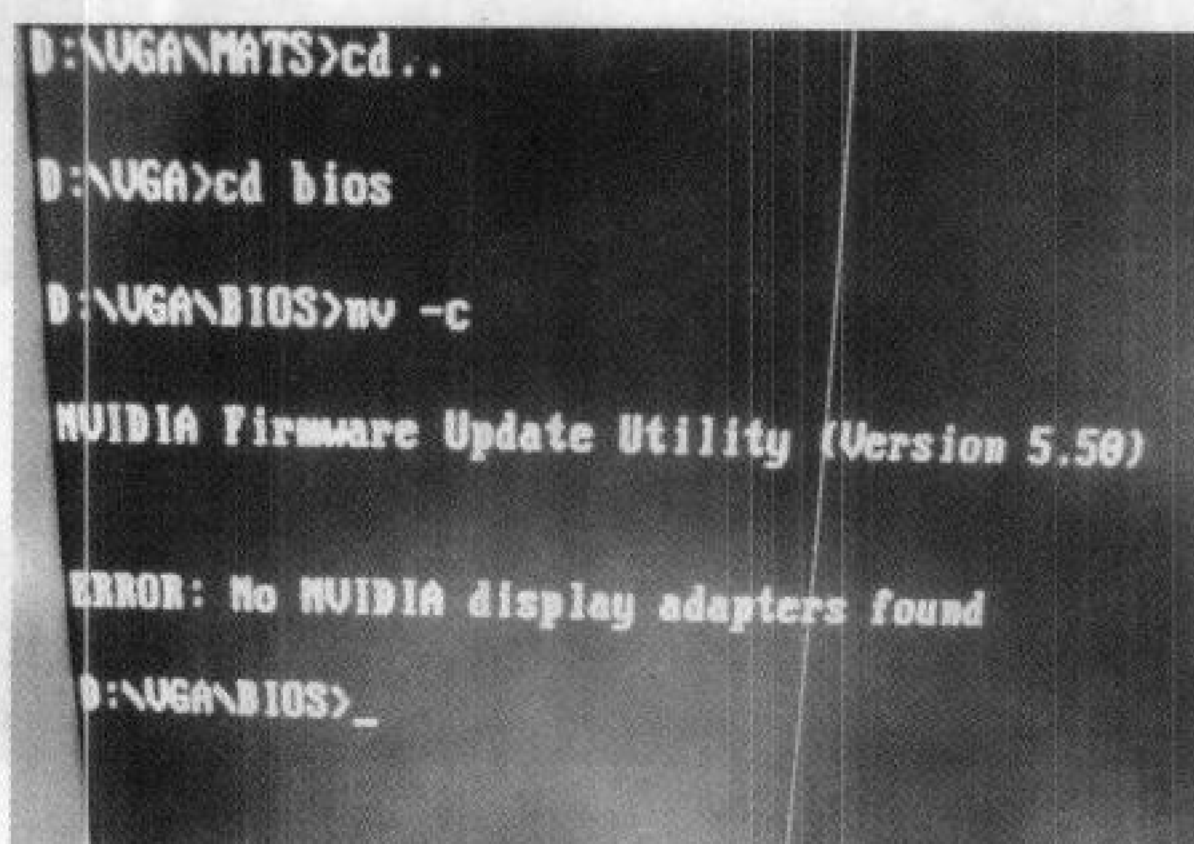


图 5-27 识别不到显卡

（2）测量显卡主供电有 1.288V，如图 5-28 所示。

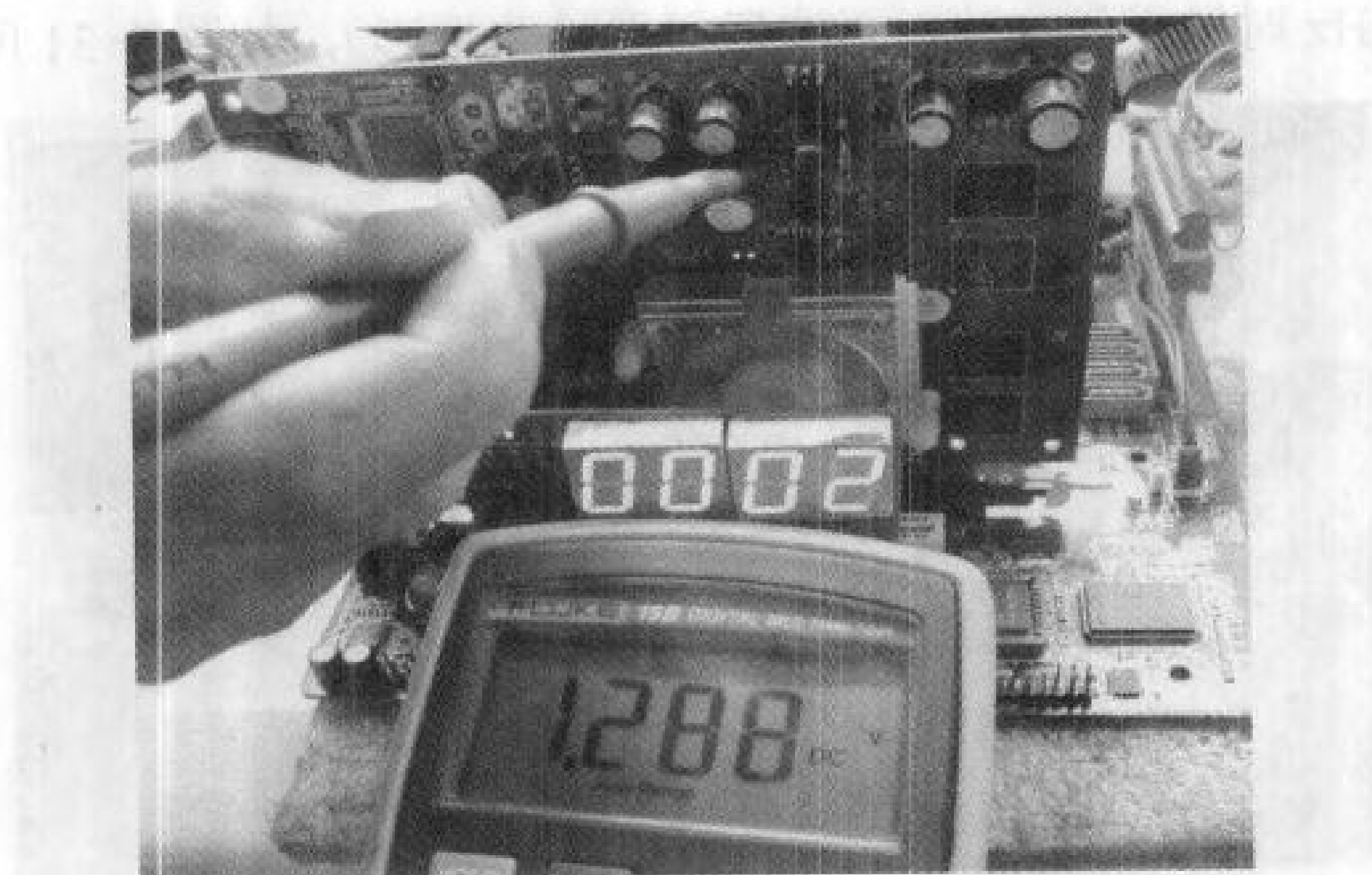


图 5-28 核心供电

（3）测量显存供电为 2.0V，正常，如图 5-29 所示。

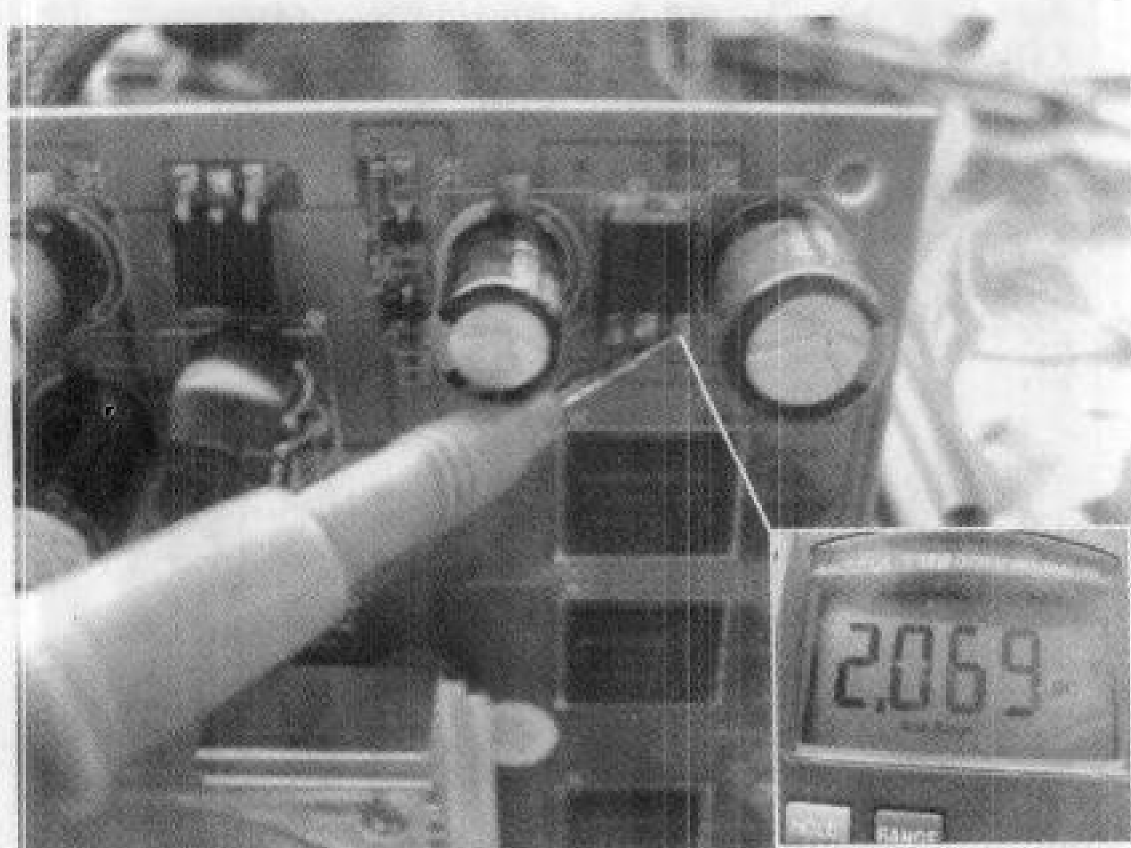


图 5-29 显存供电

（4）测量 5V 供电也正常，如图 5-30 所示。



图 5-30 5V 供电

（5）测量 27MHz 时钟正常（注：示波器问题导致重影），如图 5-31 所示。

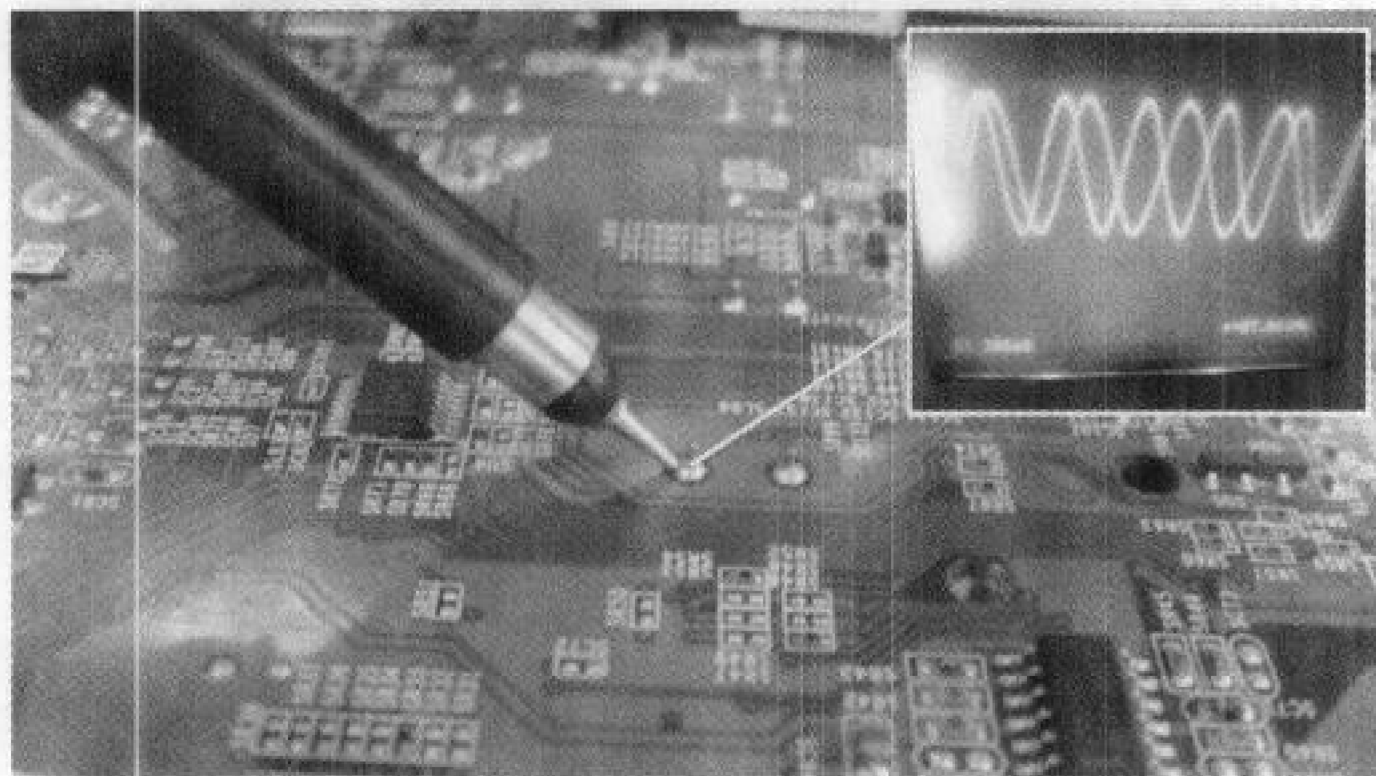


图 5-31　27MHz 波形

（6）接下来开始打值了。PCI 显卡正反面细线都需要测量，如图 5-32 所示。

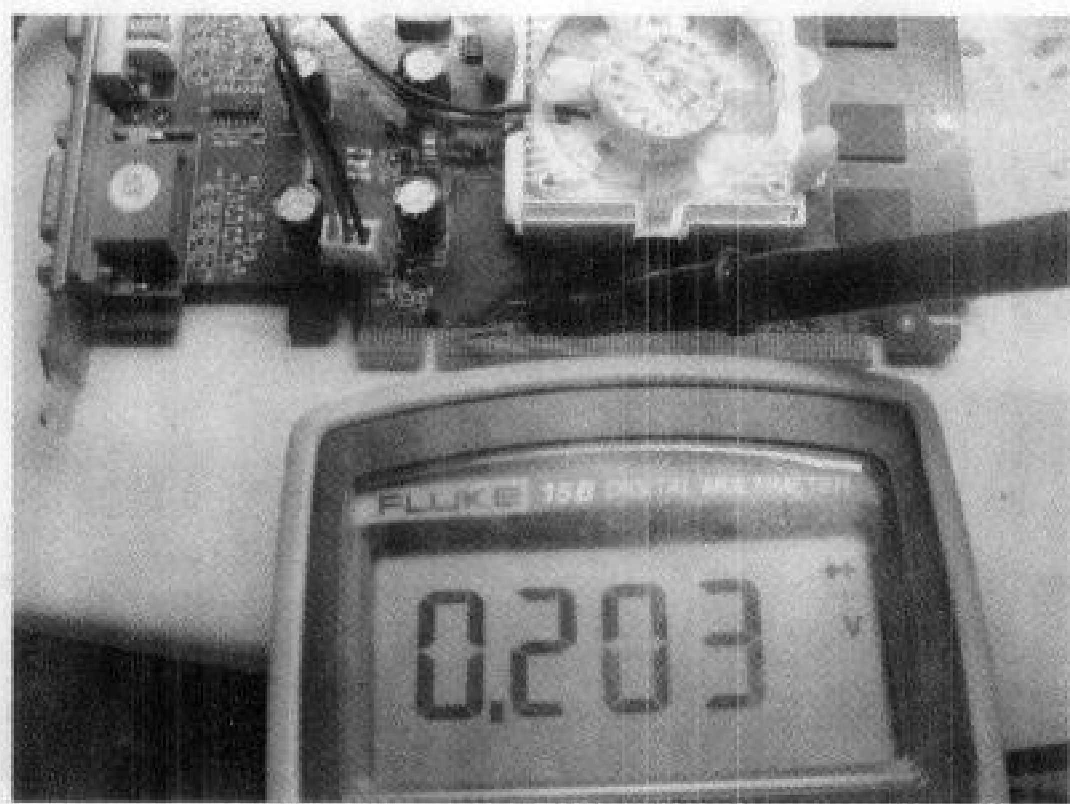


图 5-32　正面打值

（7）反面测量耦合电容靠近 GPU 一端，值应该一致，如图 5-33 所示。

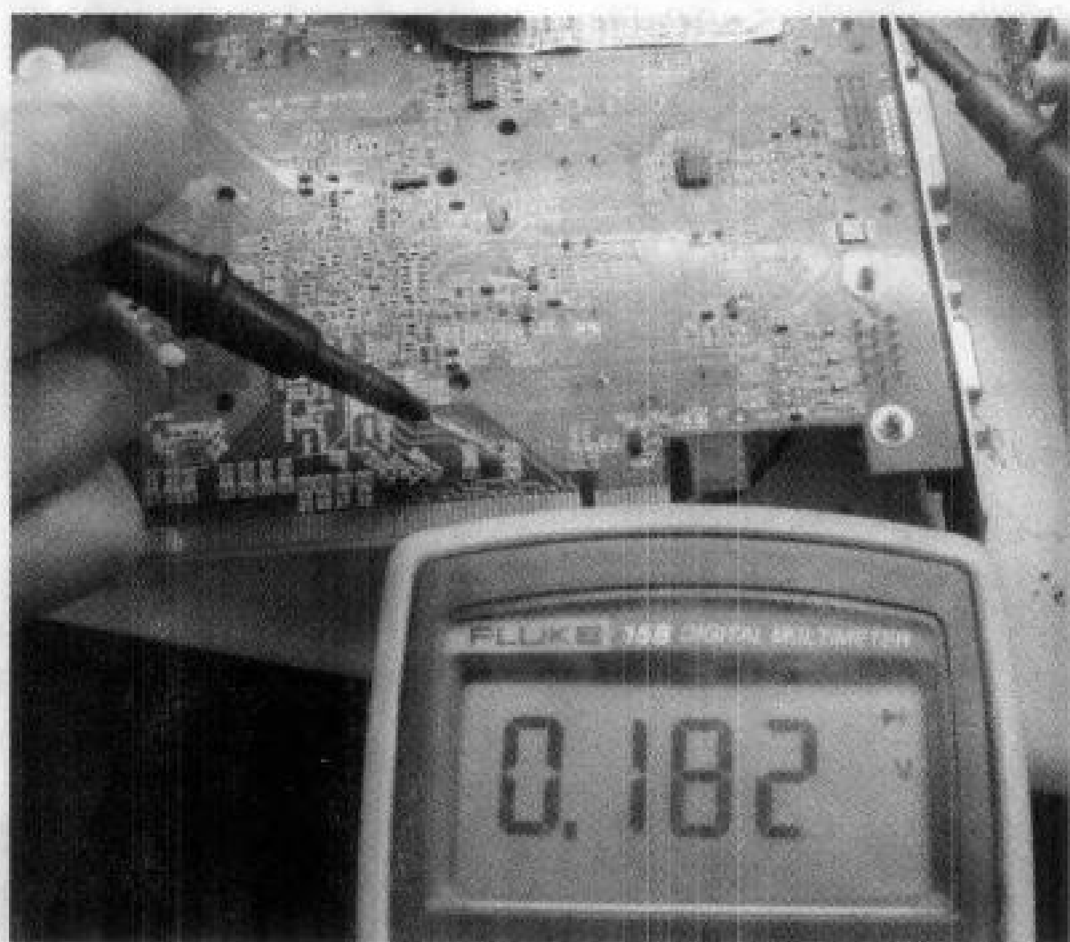


图 5-33　反面打值

（8）刚量到第 2 颗电容就发现了有不对，如图 5-34 所示。

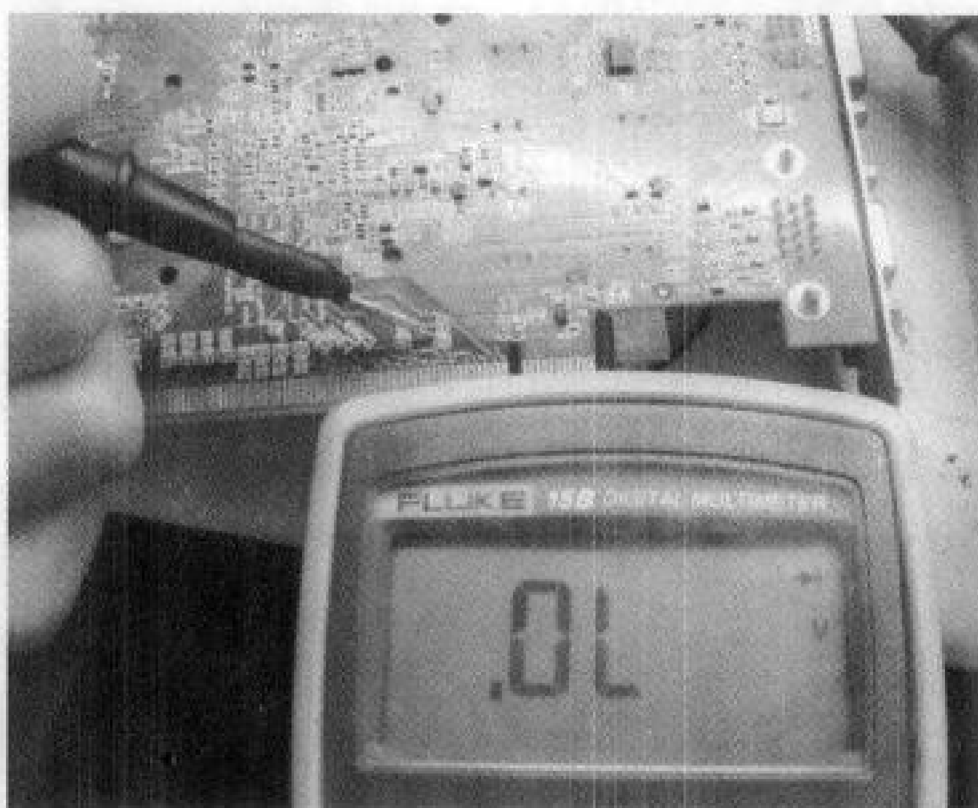


图 5-34　值无穷大

（9）二极体值无穷大，表示有断路，检查线路没有断线，那就只有可能是 GPU 损坏或空焊，或者 PCB 过孔不通，不管是哪种原因，都要先加焊 GPU。果然，加焊完 GPU 后阻值就正常了，如图 5-35 所示。

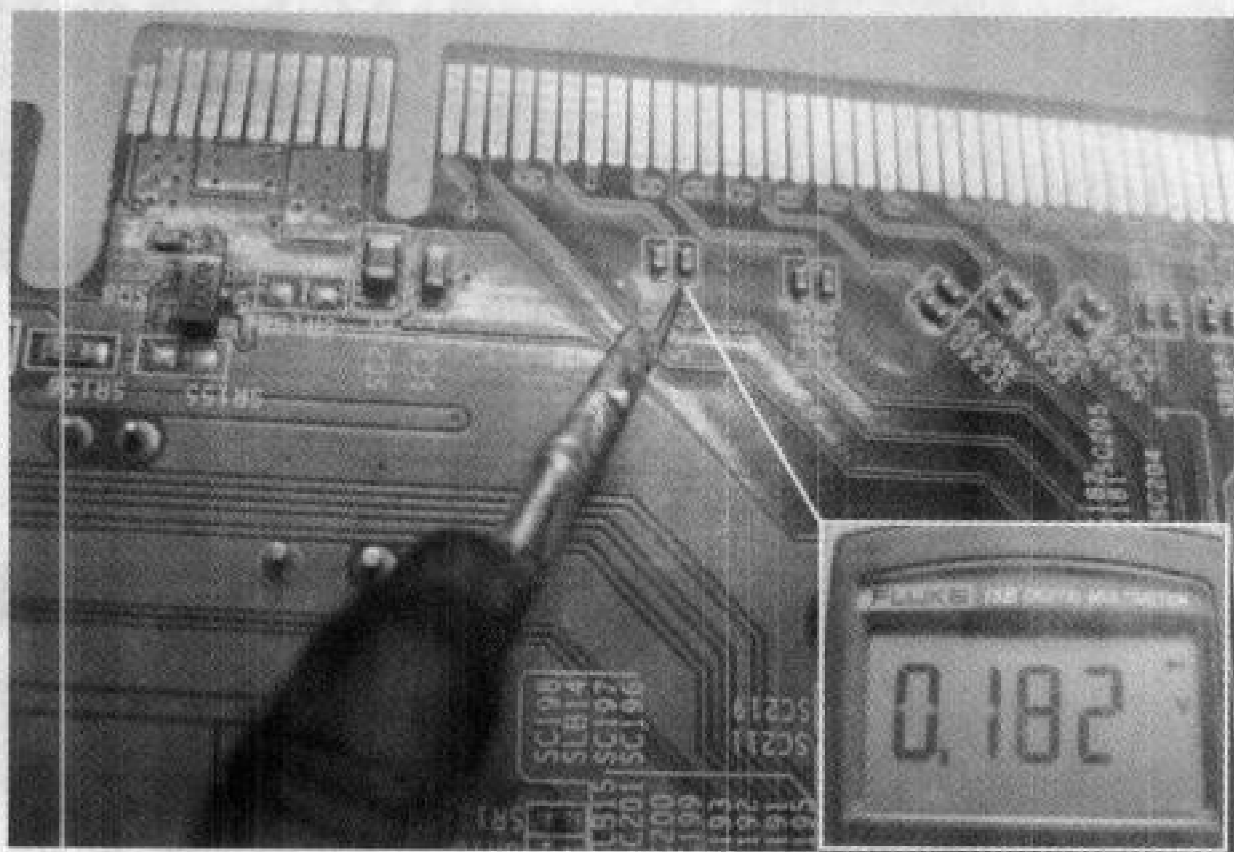


图 5-35　阻值正常了

（10）使用“nv -c”命令检查，正常显示 GPU 和 BIOS 信息，如图 5-36 所示，说明 MATS 测试全部通过。



图 5-36　检测到显卡

总结：空焊导致检测不到显卡，很多可以通过测量金手指的阻值来找出来故障。

5.1.5 影驰 8500GT 显卡空焊故障

显卡型号：影驰 8500GT

故障现象：点不亮

故障分析：一片影驰 8500GT 显卡（见图 5-37），上机不显示，测量几大供电、时钟、复位、27MHz 晶振都正常，主板蜂鸣器报警提示检测不到显卡。

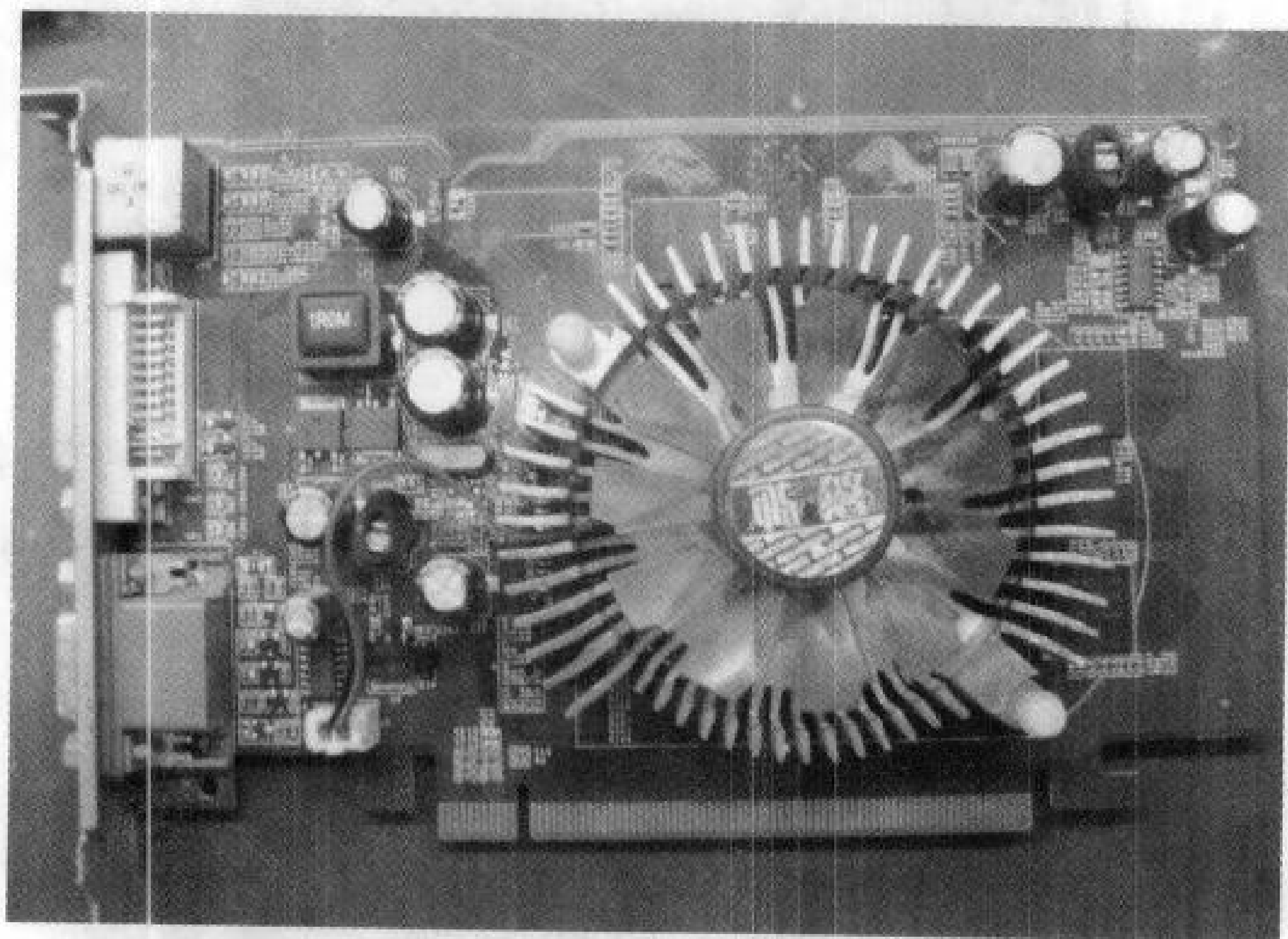


图 5-37 影驰 8500GT 显卡

（1）用 PCI 显卡（见图 5-38）排除是否 BIOS 损坏导致检测不到显卡。

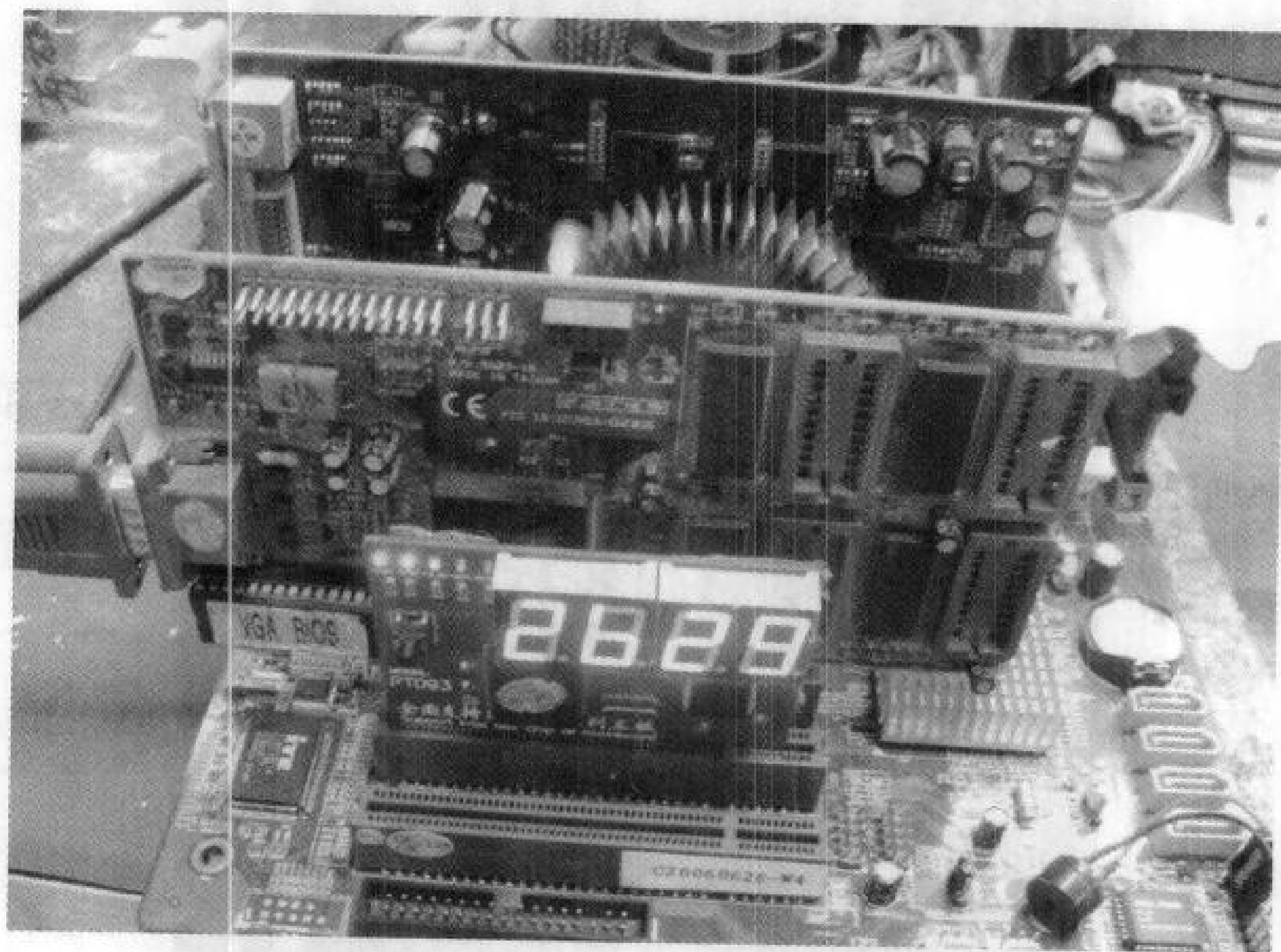


图 5-38 PCI 显卡（下面的显卡是 PCI 显卡）

（2）进入DOS，输入“nv577 -c”命令，如图5-39所示。

```
D:\VGA\BIOS>dir

 Volume in drive D is 新加卷
 Volume Serial Number is 00BA-002E
 Directory of D:\VGA\BIOS

.            <DIR>        08-03-09  13:00
..           <DIR>        08-03-09  13:00
ATI362   EXE       436,224 07-26-09  13:37
NV577    EXE       284,332 04-29-09   2:07
         2 file(s)        720,556 bytes
         2 dir(s)       3,021.59 MB free

D:\VGA\BIOS>nv577 -c_
```

图5-39　输入“nv577 -c”命令

（3）返回结果为没有找到nVIDIA显卡，如图5-40所示。

```
D:\VGA\BIOS>dir

 Volume in drive D is 新加卷
 Volume Serial Number is 00BA-002E
 Directory of D:\VGA\BIOS

.            <DIR>        08-03-09  13:00
..           <DIR>        08-03-09  13:00
ATI362   EXE       436,224 07-26-09  13:37
NV577    EXE       284,332 04-29-09   2:07
         2 file(s)        720,556 bytes
         2 dir(s)       3,021.59 MB free

D:\VGA\BIOS>nv577 -c

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

ERROR: No NVIDIA display adapters found
D:\VGA\BIOS>_
```

图5-40　找不到显卡

（4）工作条件都正常，却检测不到显卡，一般为插槽总线故障。检查没有外观掉件断线问题，送去加焊，回来再次检测，就能检测到显卡了，如图5-41所示。拔掉PCI显卡直接测试，通过测试，此卡修复。

```
.            <DIR>        08-03-09  13:00
..           <DIR>        08-03-09  13:00
ATI362   EXE       436,224 07-26-09  13:37
NV577    EXE       284,332 04-29-09   2:07
         2 file(s)        720,556 bytes
         2 dir(s)       3,021.59 MB free

D:\VGA\BIOS>nv577 -c

NVIDIA Firmware Update Utility (Version 5.77)

Adapter: GeForce 8500 GT     (10DE,0421,10DE,0449) H:--:NRM B:01,PCI,D:00,F:00

The display may go *BLANK* on and off for up to 10 seconds during access to the
EEPROM depending on your display adapter and output device.

Identifying EEPROM...
EEPROM ID (1F,0065) : Atmel AT25FS12A 2.7-3.6V 512Kx1S, page
D:\VGA\BIOS>_
```

图5-41　检测到显卡

5.1.6 杂牌 GeForce7300 显卡无显示故障

显卡型号：杂牌 GeForce7300

故障现象：无显示

故障分析：故障为无显示，但显示器指示灯亮黄灯。

（1）在使用主板蜂鸣器时发现有报警一声，应该是主板识别到了显卡。此类故障一般为显卡的输出电路部分问题导致。观察显卡的输出接口电路（见图 5-42），有个 7805 芯片，测量出其有 5V 输出，说明输出接口电路正常。

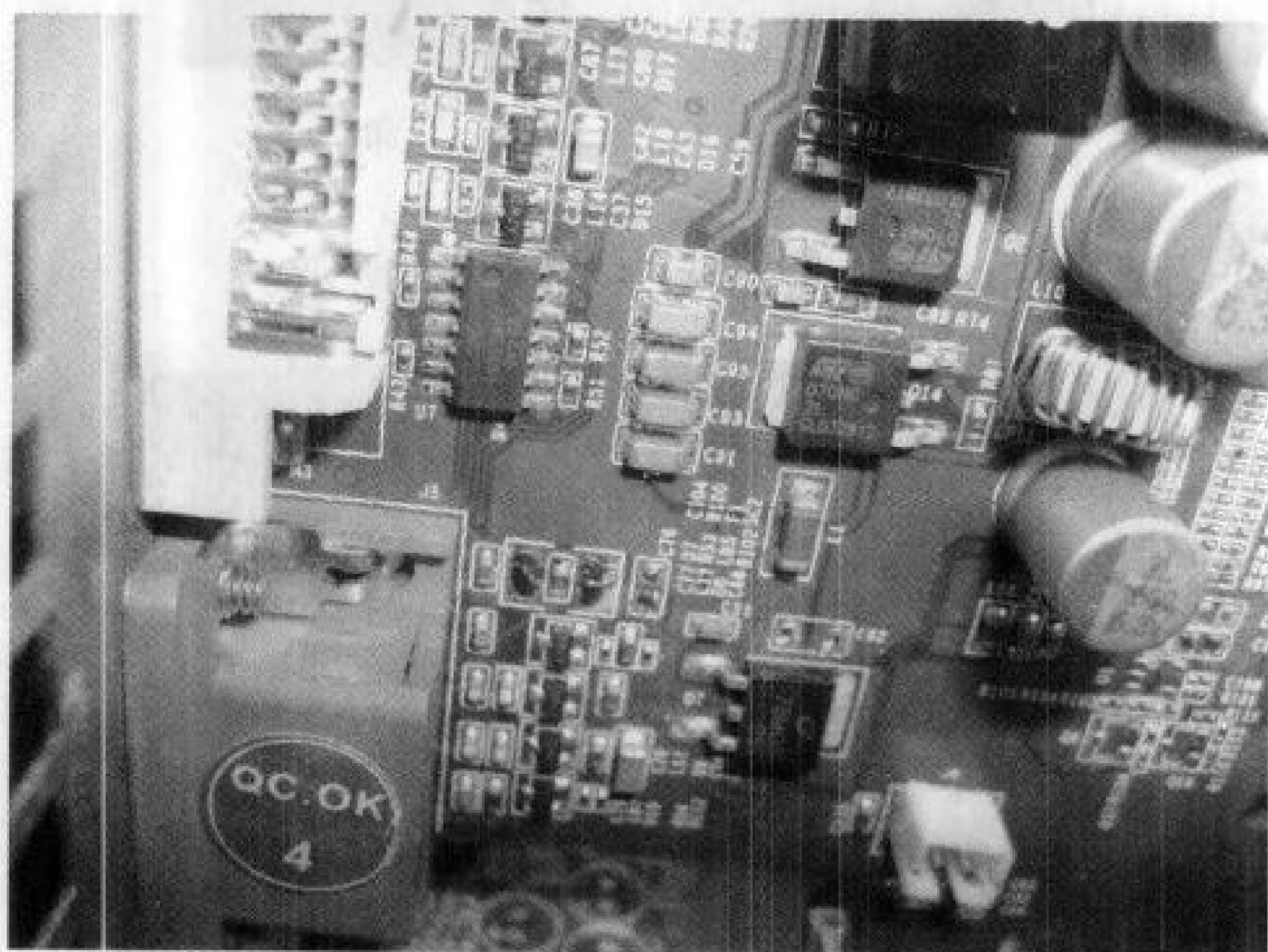


图 5-42 显卡接口供电 7805

（2）接下来需要检测的是显卡的行、场同步信号，观察行、场信号的电路，发现是从 GPU 出来经过 08 门后到达显卡接口的。08 门的内部结构如图 5-43 所示，11、8、3、6 脚为输出脚。

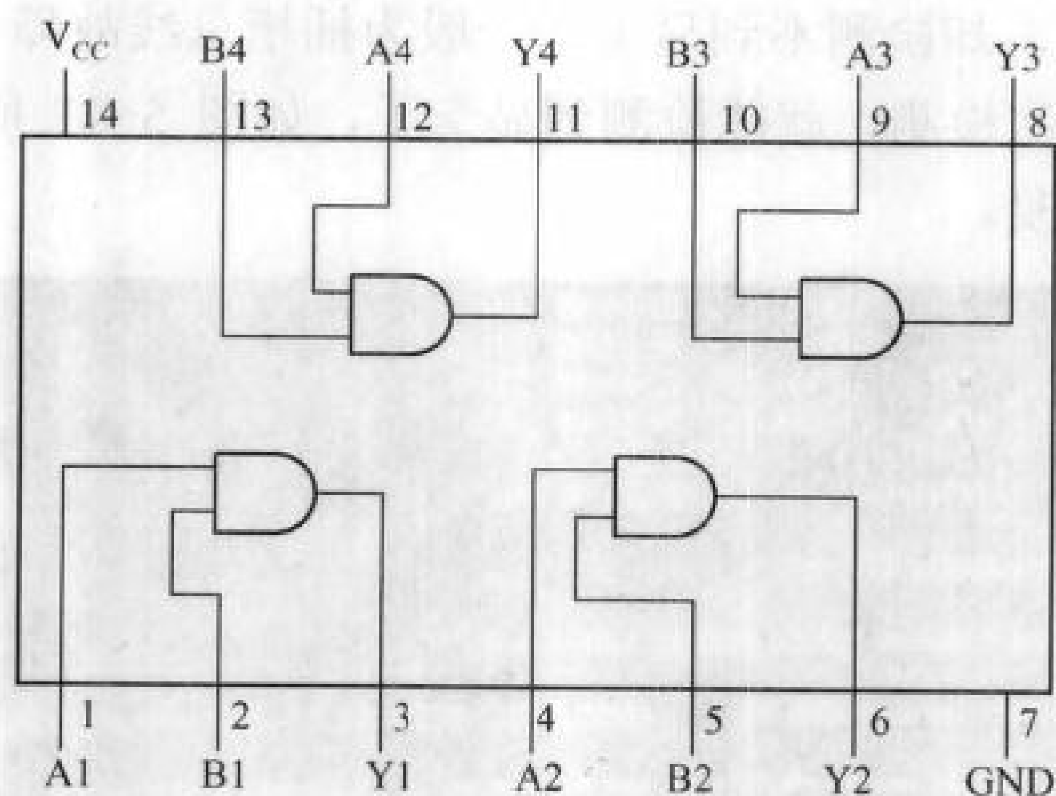


图 5-43 08 门的内部结构

（3）使用示波器测量，只检测到行同步信号正常，如图 5-44 所示。

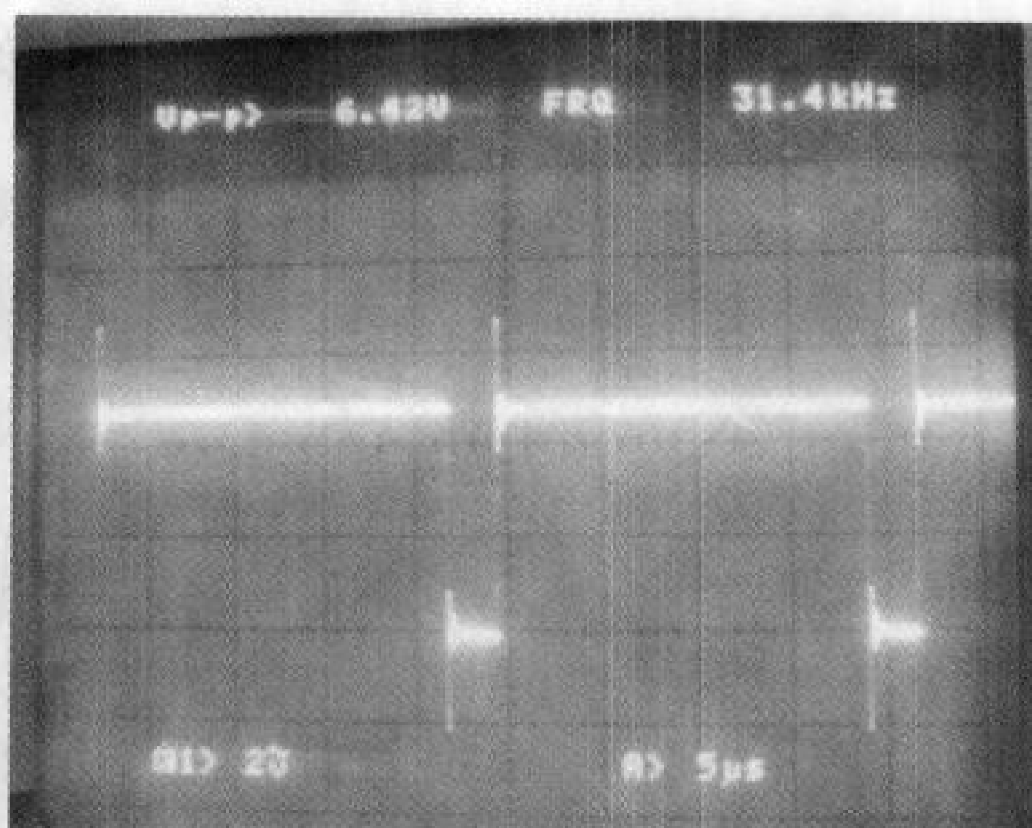


图 5-44 行同步信号

（4）没有测量到场同步信号，如图 5-45 所示。

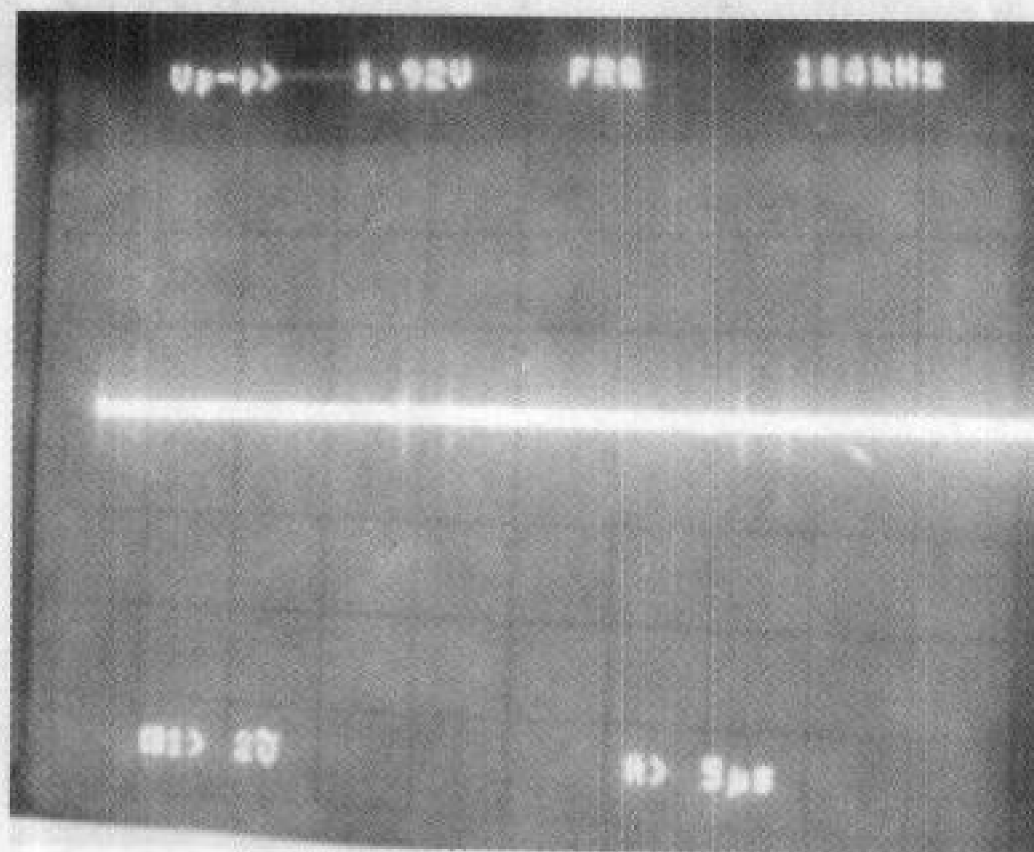


图 5-45 没有测量到场同步信号

（5）既然只有行同步信号，没有场同步信号，可以通过对比测阻值找出问题。先测量行同步信号输入端对地值为 425，如图 5-46 所示。

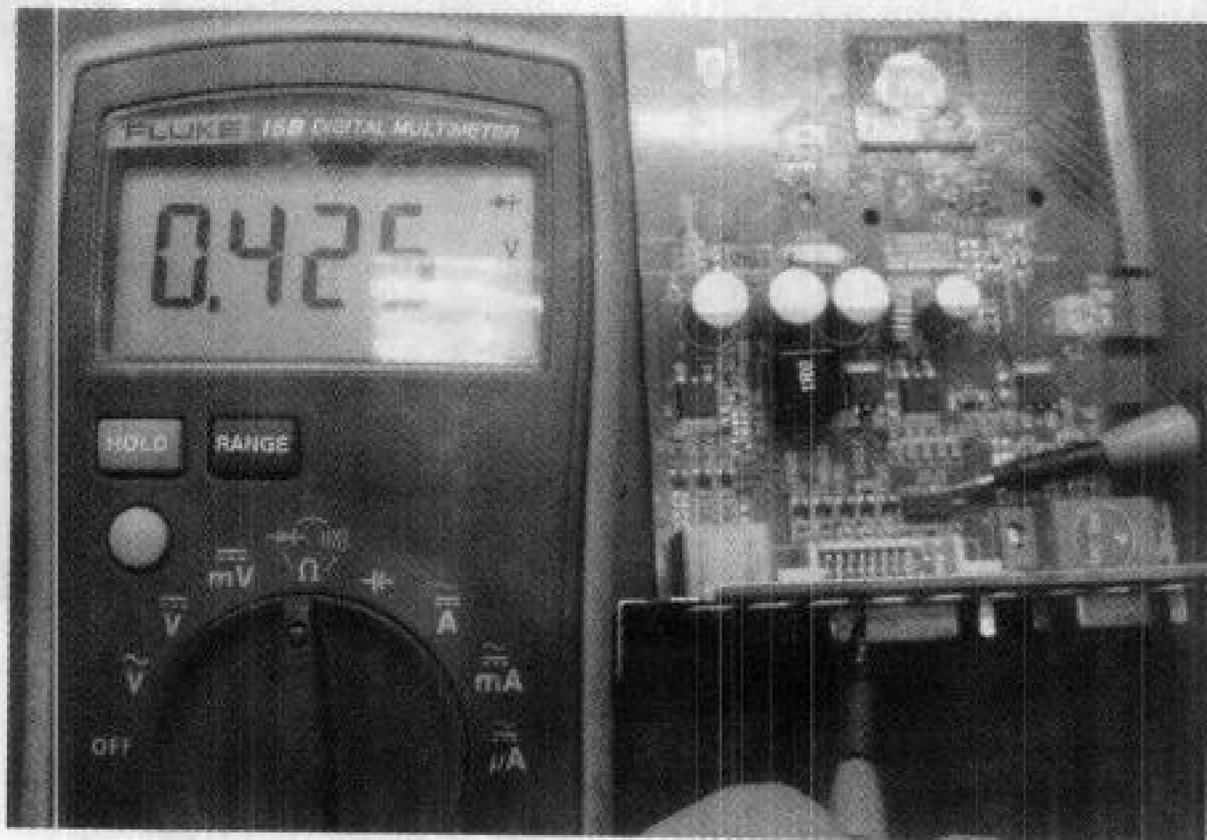


图 5-46 测量行同步信号

（6）测量场同步信号的输入端，打值居然有 665，明显偏大，如图 5-47 所示。

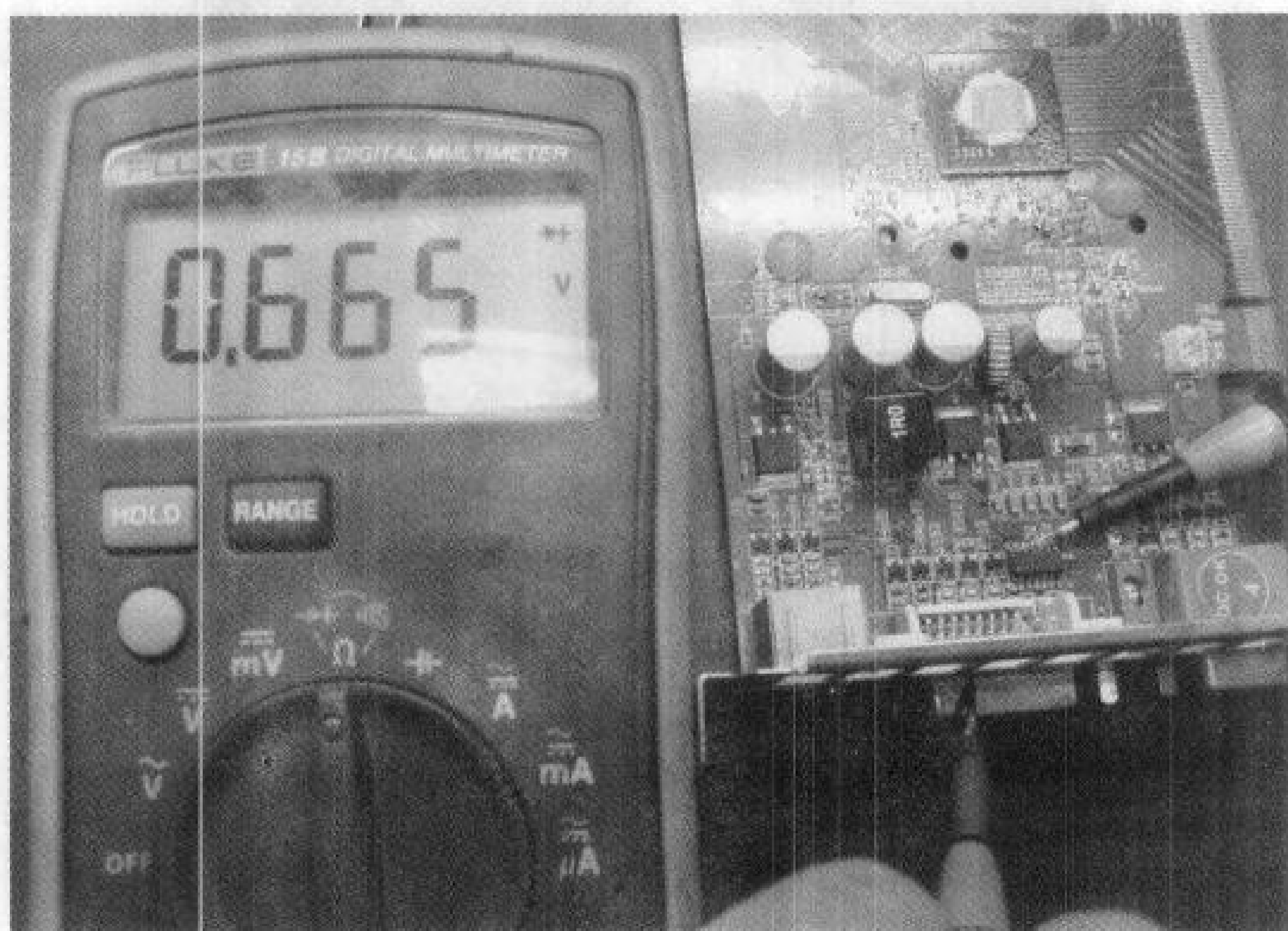


图 5-47　测量场同步信号

（7）从 08 门的输入端开始跑线，经过一小段线路后，穿过 PCB 到达反面，此位置有 4 个过线孔，如图 5-48 所示。

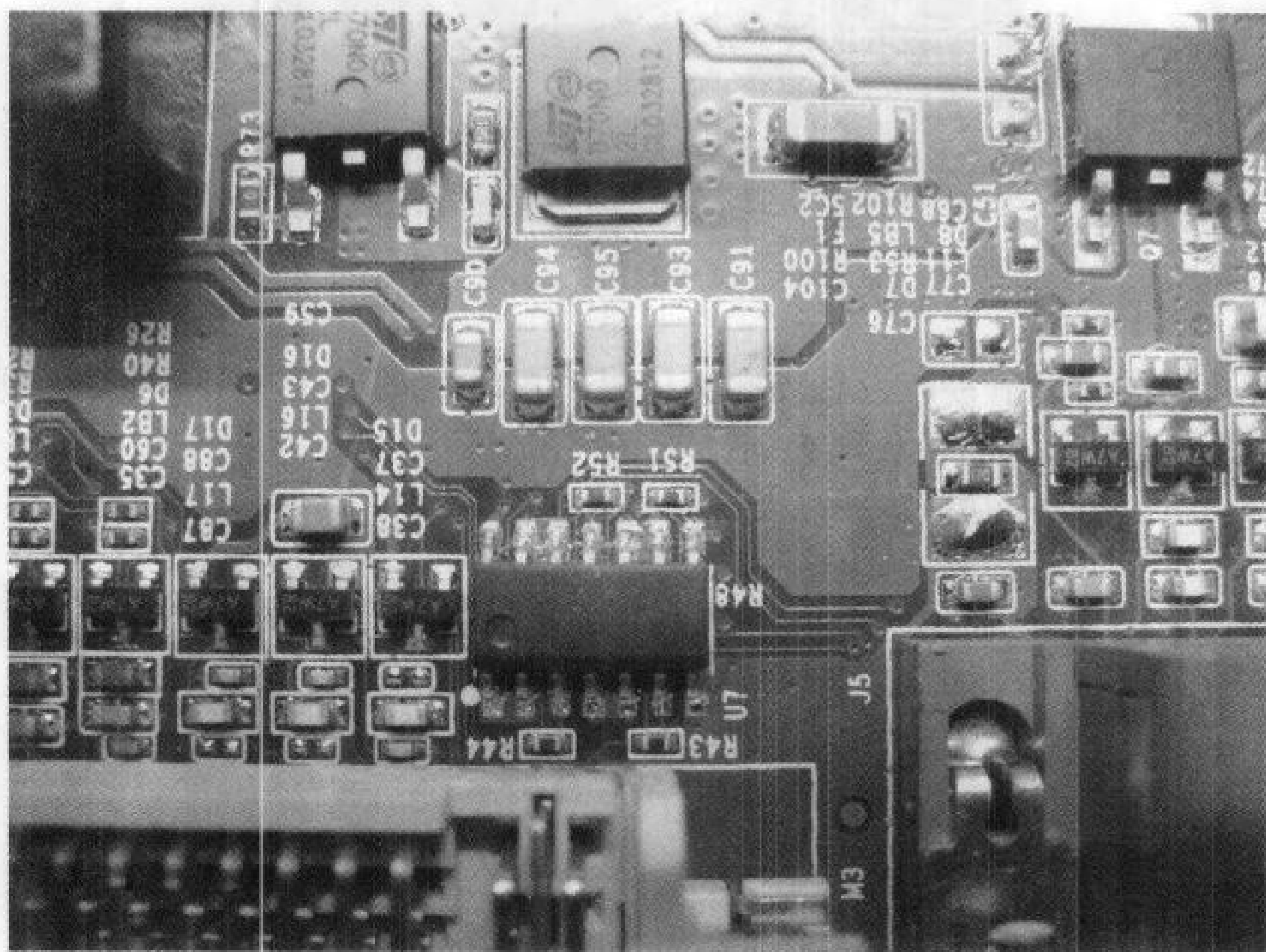


图 5-48　行场同步线路走向 1

（8）反面的 4 个过孔也很明显，非常容易找到，如图 5-49 所示。

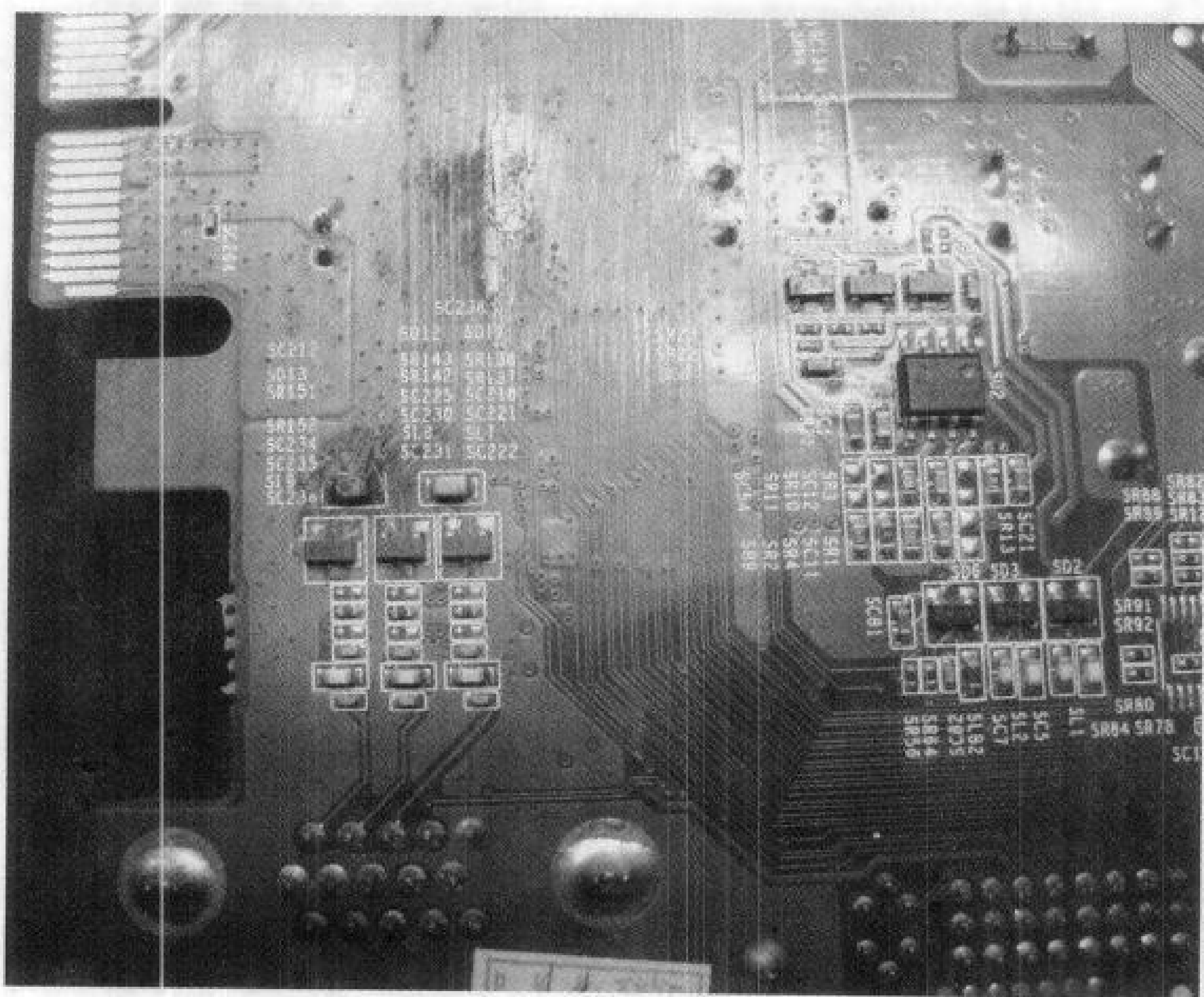


图 5-49 行场同步线路走向 2

（9）沿着对应的过孔跑线，在靠近 GPU 的位置刮开线路打值，发现值为 428，接近正常，如图 5-50 所示。

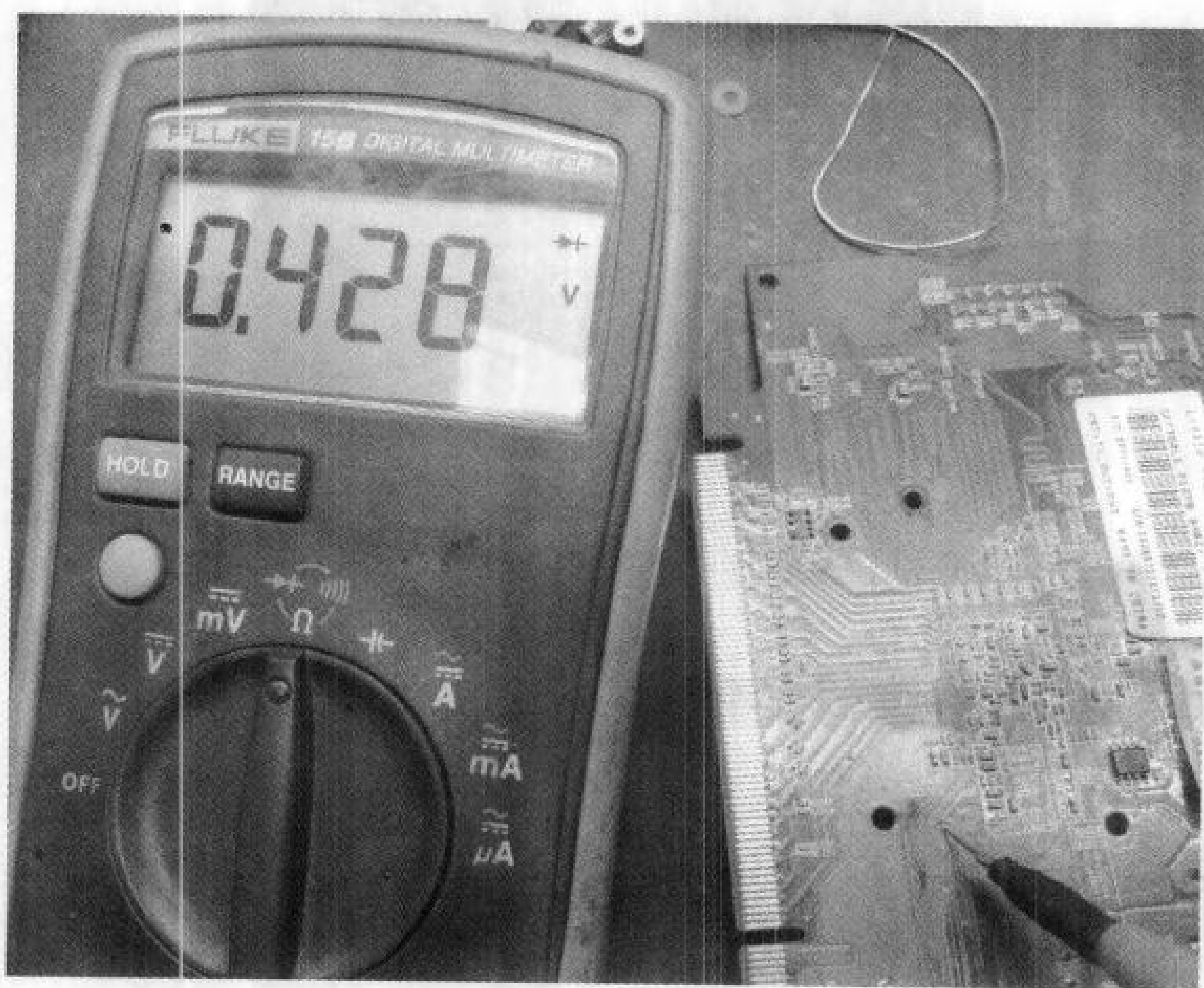


图 5-50 测量靠近 GPU 一端二极体值

（10）用此可以怀疑是 GPU 到 08 门的输入端间有断路了，将 PCB 刮开，果然发现有轻微的断线，如图 5-51 所示。

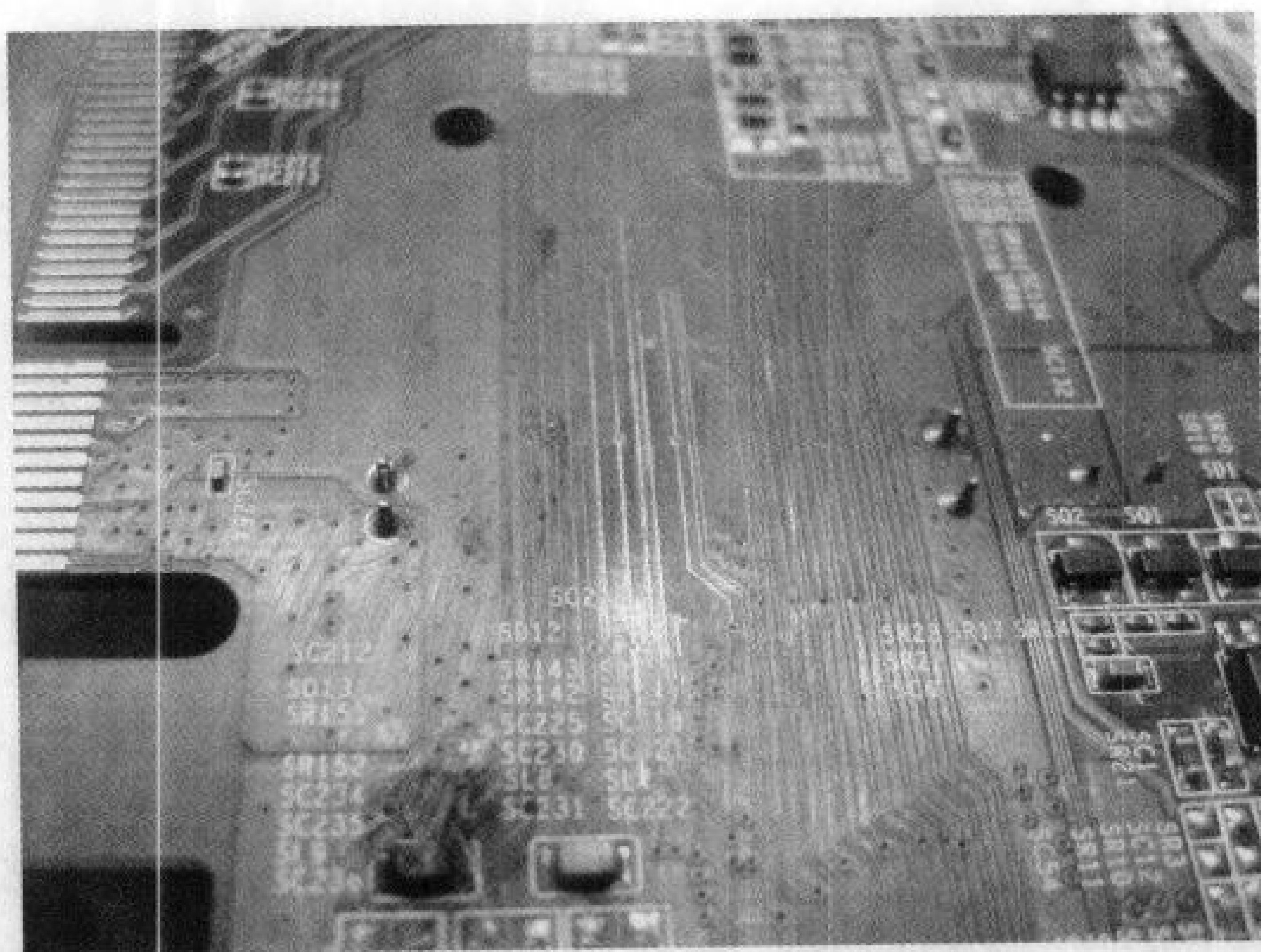


图 5-51　PCB 有腐蚀

（11）将故障位置放大的特写如图 5-52 所示。

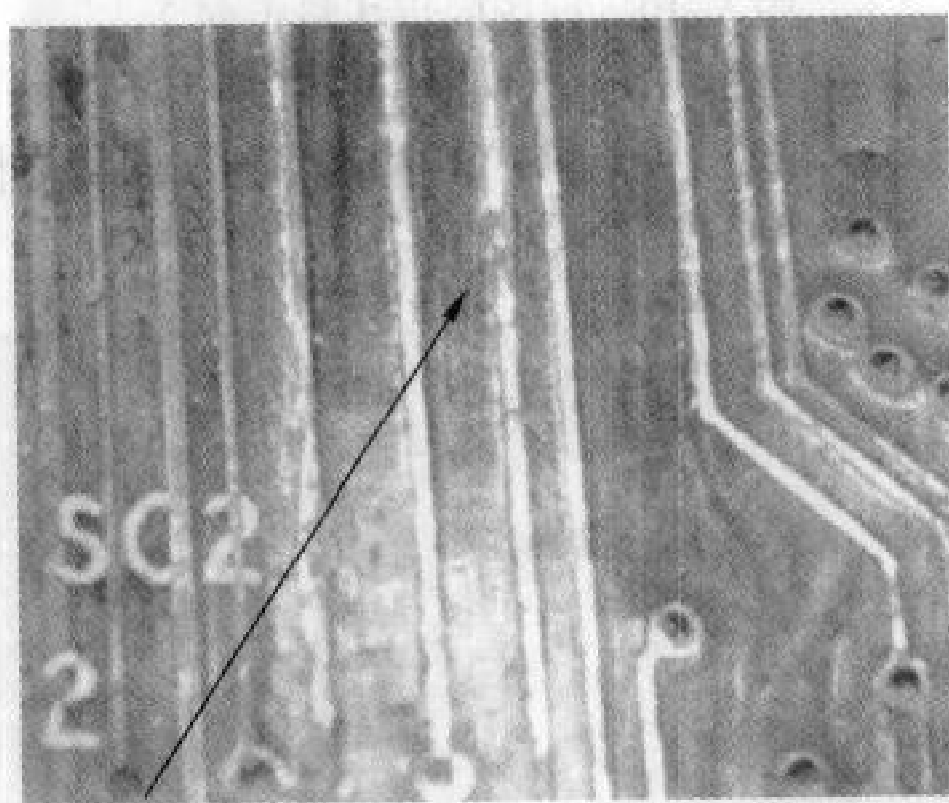


图 5-52　PCB 腐蚀断线

将线补好后，再次上机测试，顺利点亮。3D 也测试 OK，显卡修复。

5.2　“花屏”故障的维修实例

5.2.1　5200 显卡“小花”故障

显卡型号：七彩虹 5200

故障现象：“花屏”

故障分析：客户送修一个七彩虹 5200 显卡（见图 5-51），说是“花屏”。

（1）上机测试发现开机有少许花屏，文字有彩色线条。使用测试程序，选择 5，测试 5200 系列的显卡，很快返回测试结果，报 C 通道 15 号数据位出错，如图 5-54 所示。

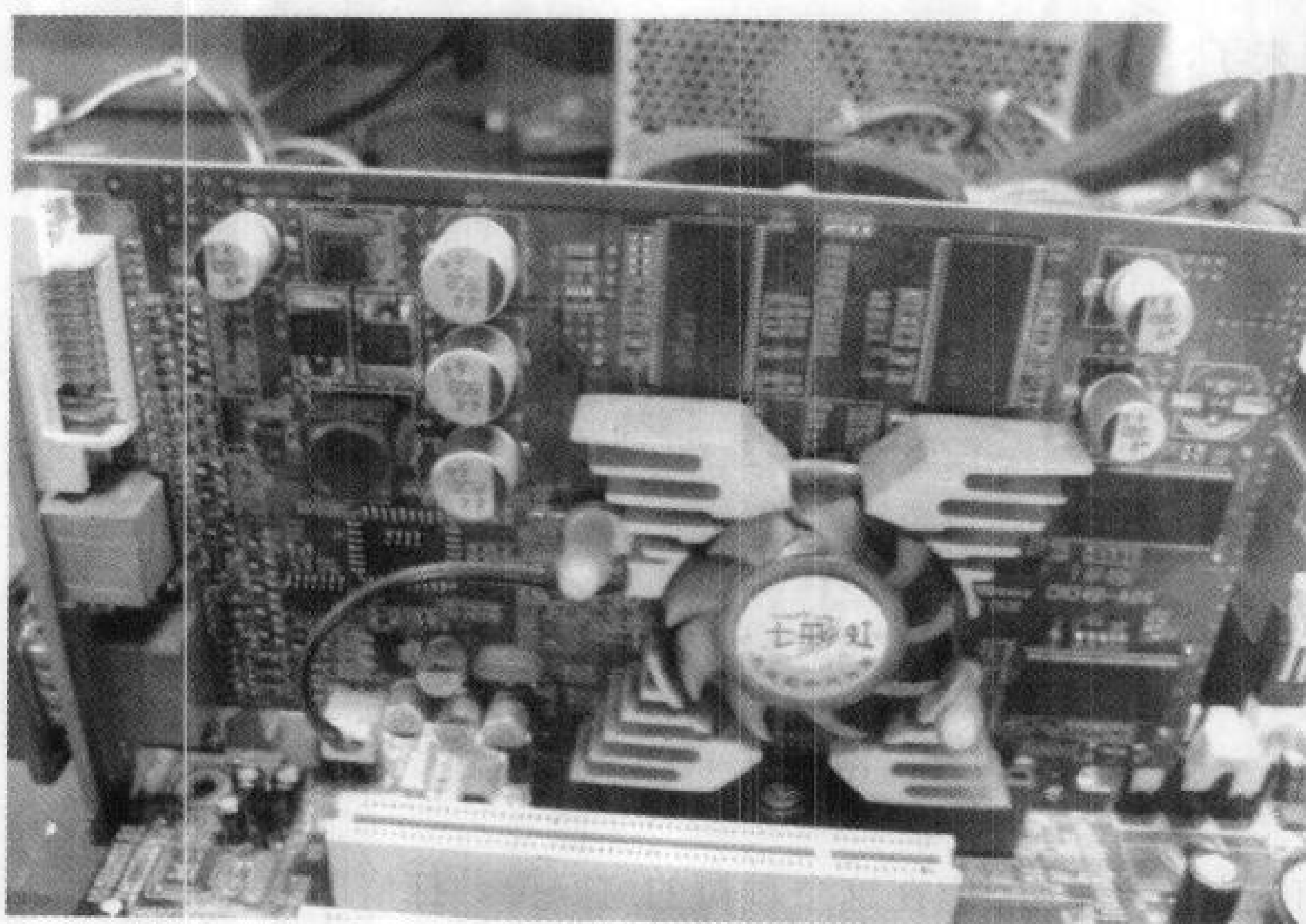


图 5-53 七彩虹 5200 显卡

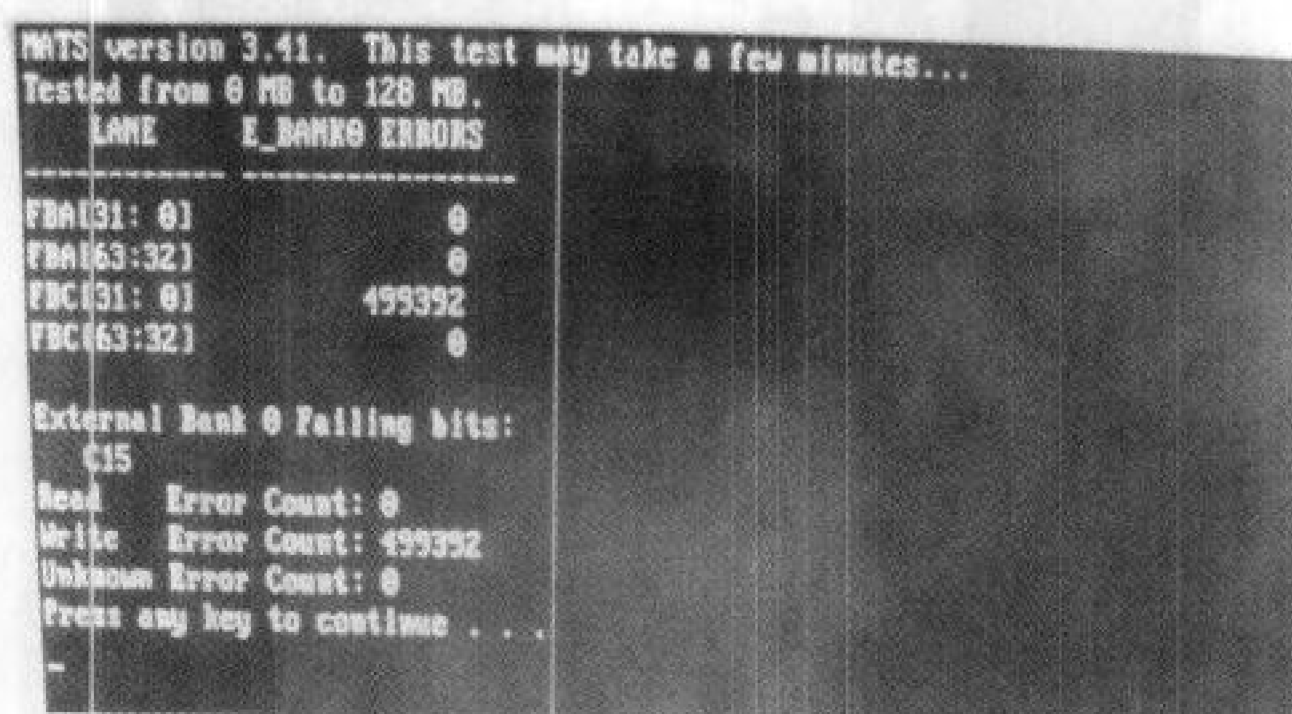


图 5-54 C15 报错

（2）根据 5200 显卡的显存排列图，找出大概位置在上面一排显存的左边，然后使用短接法，人为制造错误数据位（短接 5、6 脚），如图 5-55 所示。

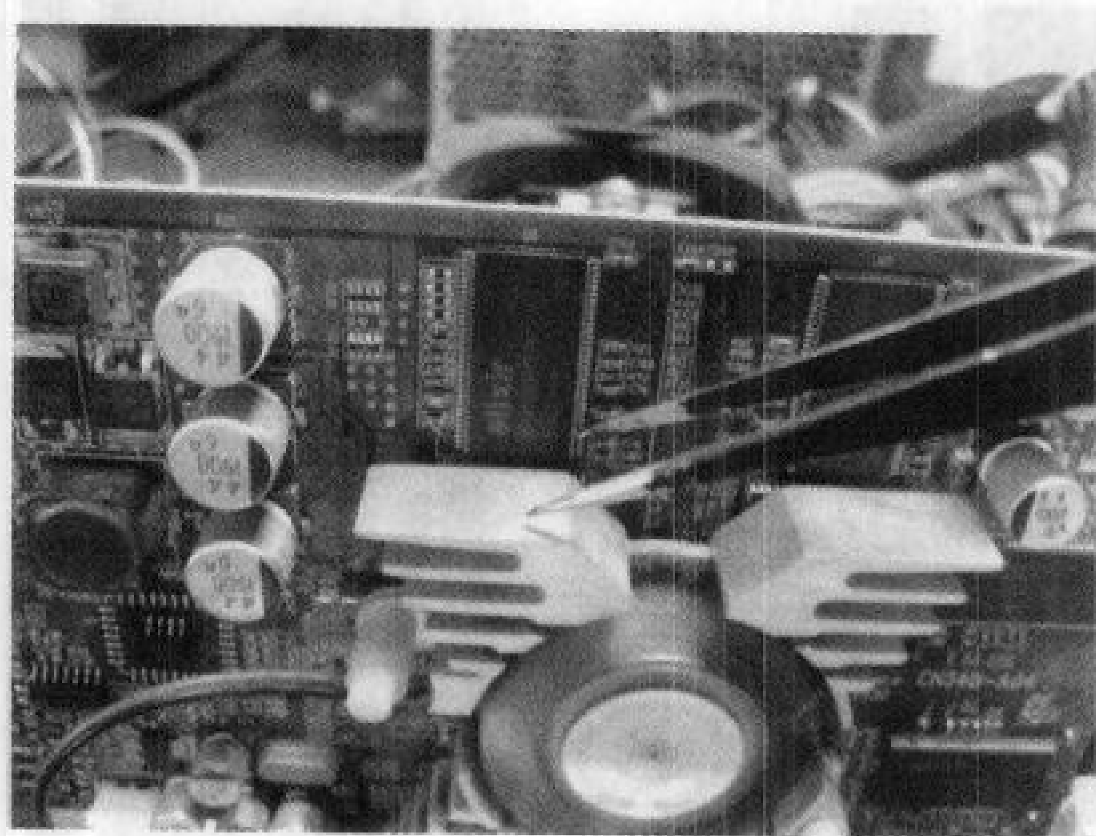


图 5-55 短接显存

（3）结果出来了，多了个 C10 数据位出错，如图 5-56 所示。

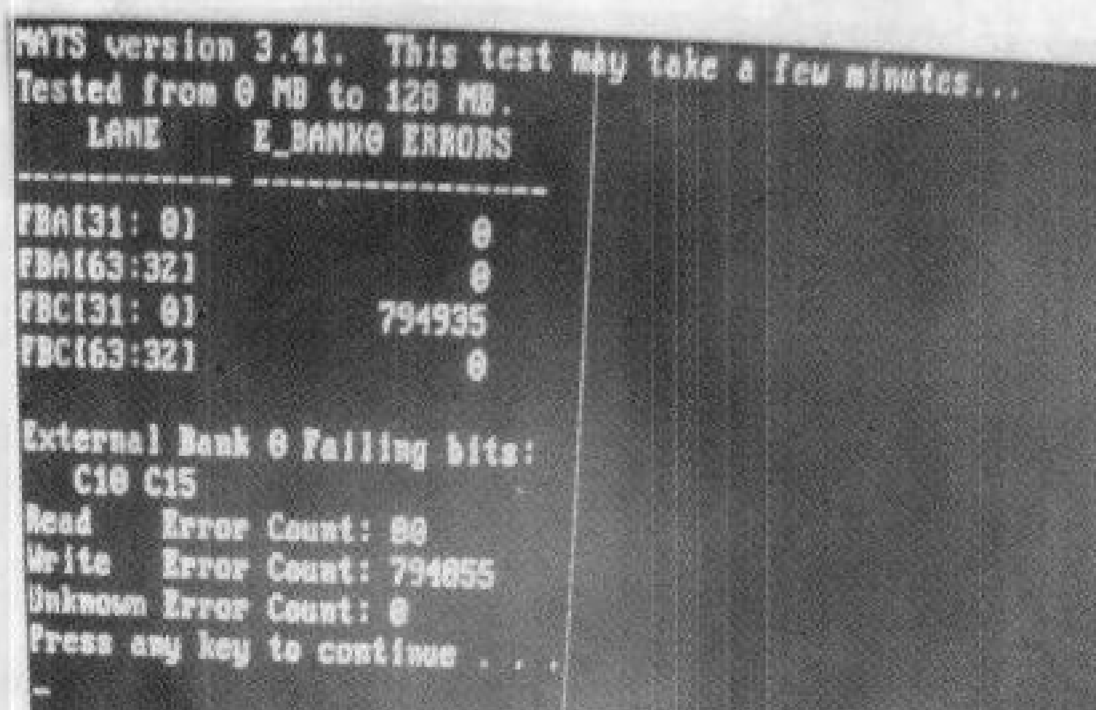


图 5-56　新增 C10 报错

（4）由此可以断定 C15 一定在这个颗粒的这一排。打值即可找出问题原因。正常为 468 如图 5-57 所示。

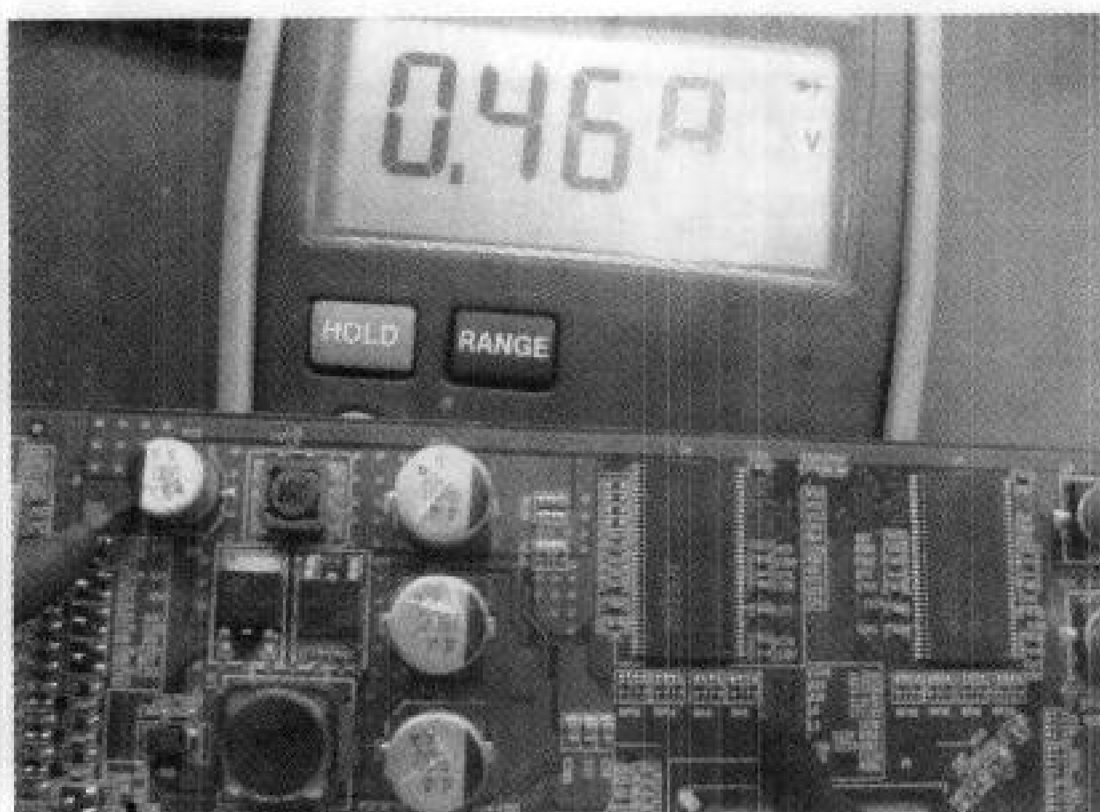


图 5-57　正常值 468

（5）打到有一处为 22，说明有短路，如图 5-58 所示。

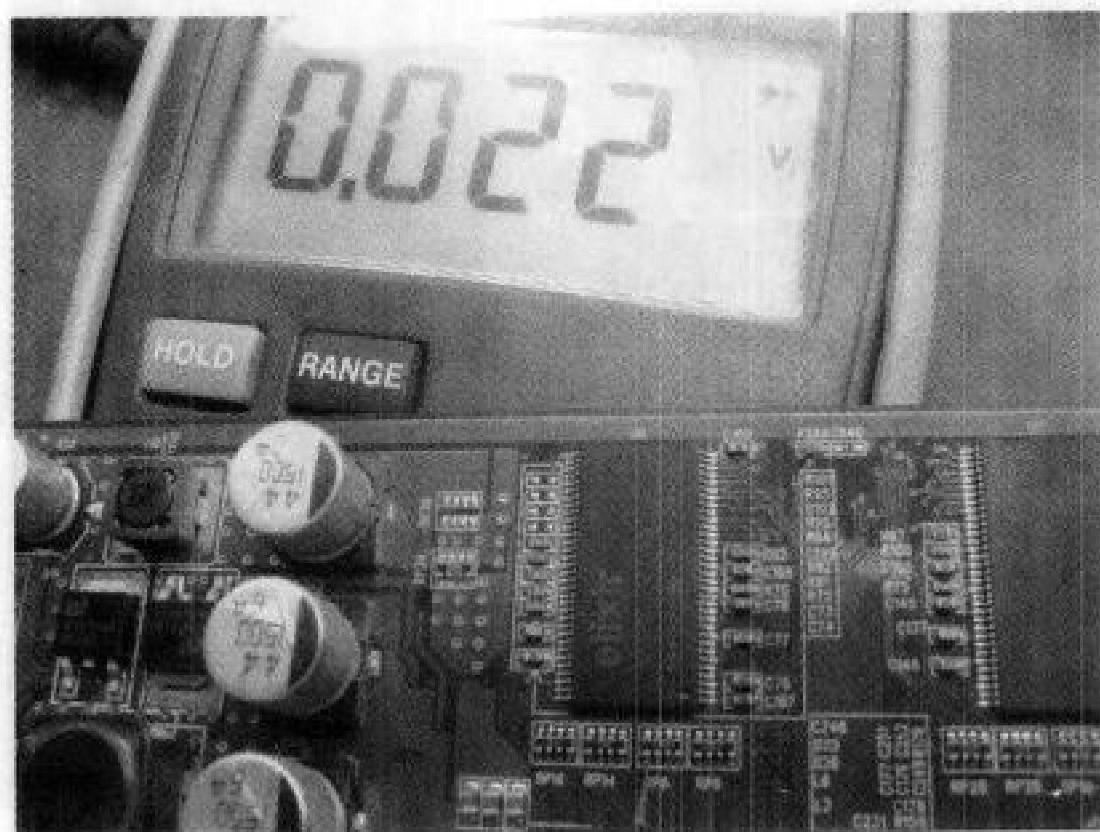


图 5-58　值小短路

（6）量排阻靠近显存的一端，值更小，说明是显存短路，如图 5-59 所示。

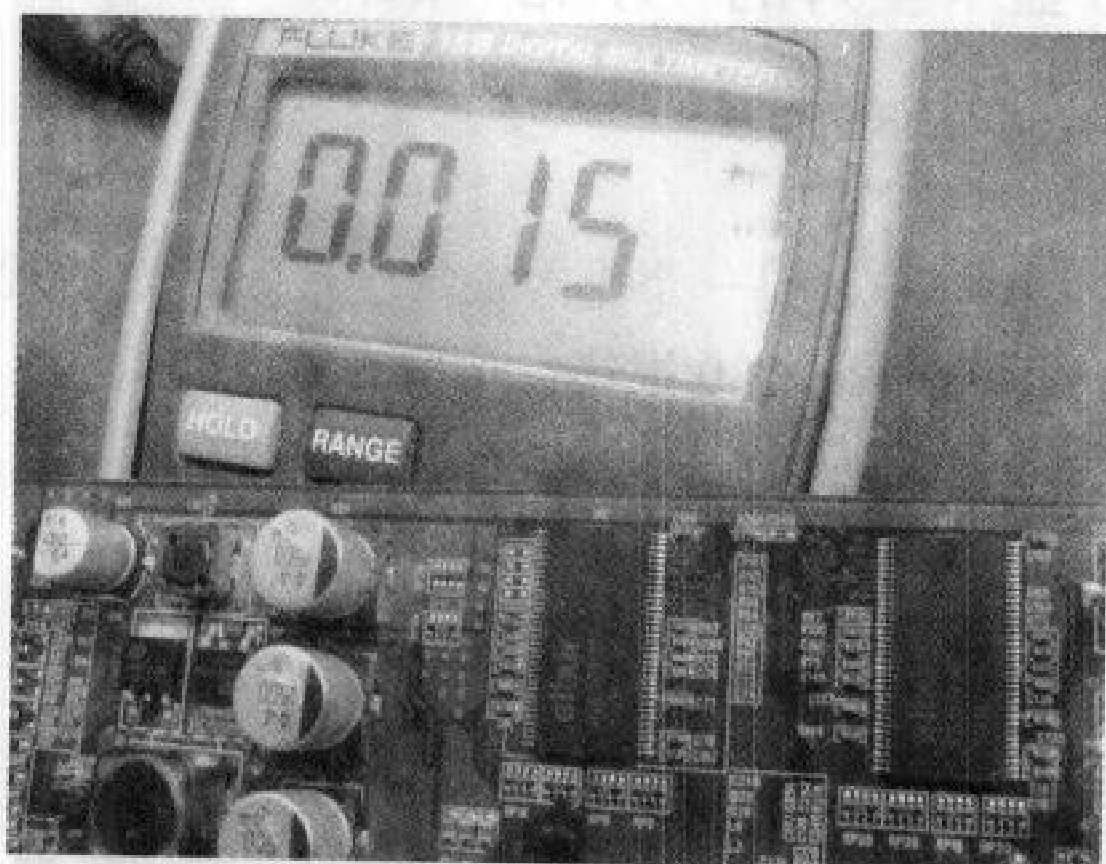


图 5-59 显存短路

（7）更换一个显存颗粒后，打值正常，如图 5-60 所示。

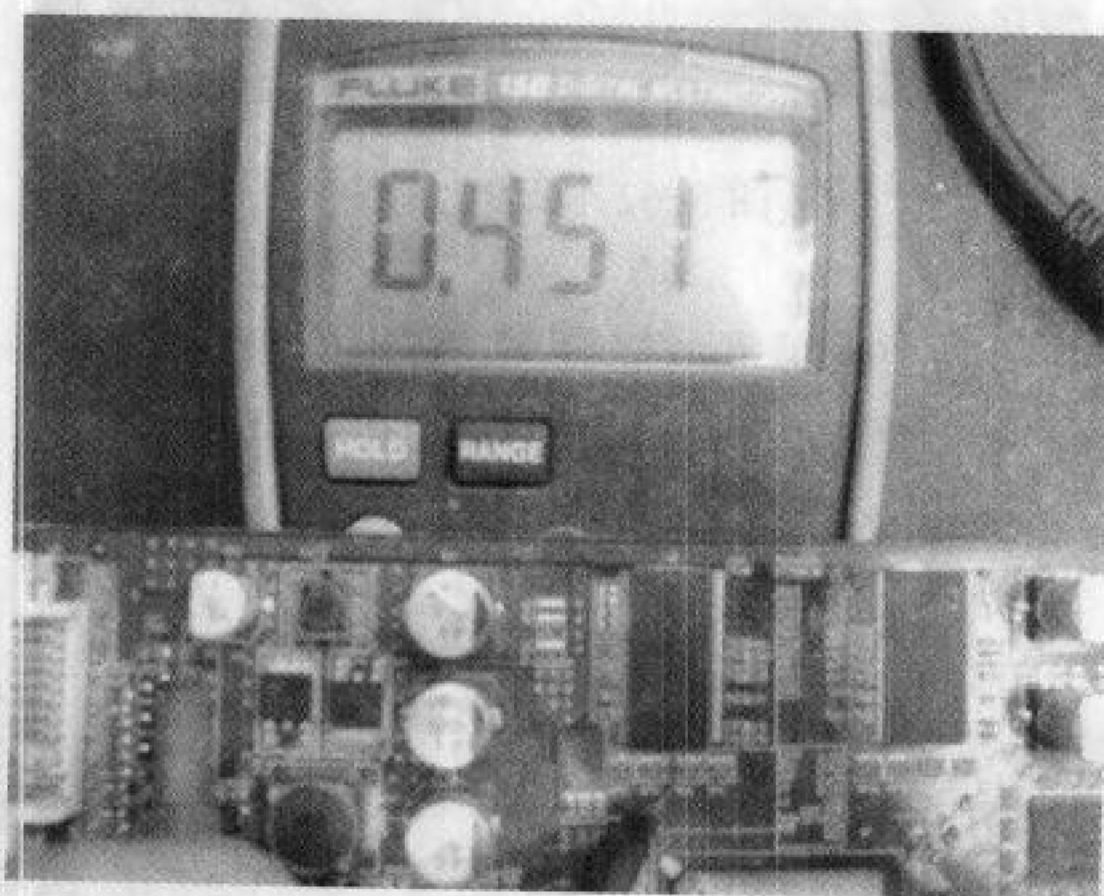


图 5-60 打值正常

（8）上机不花了，使用 MATS 程序测试通过，如图 5-61 所示。

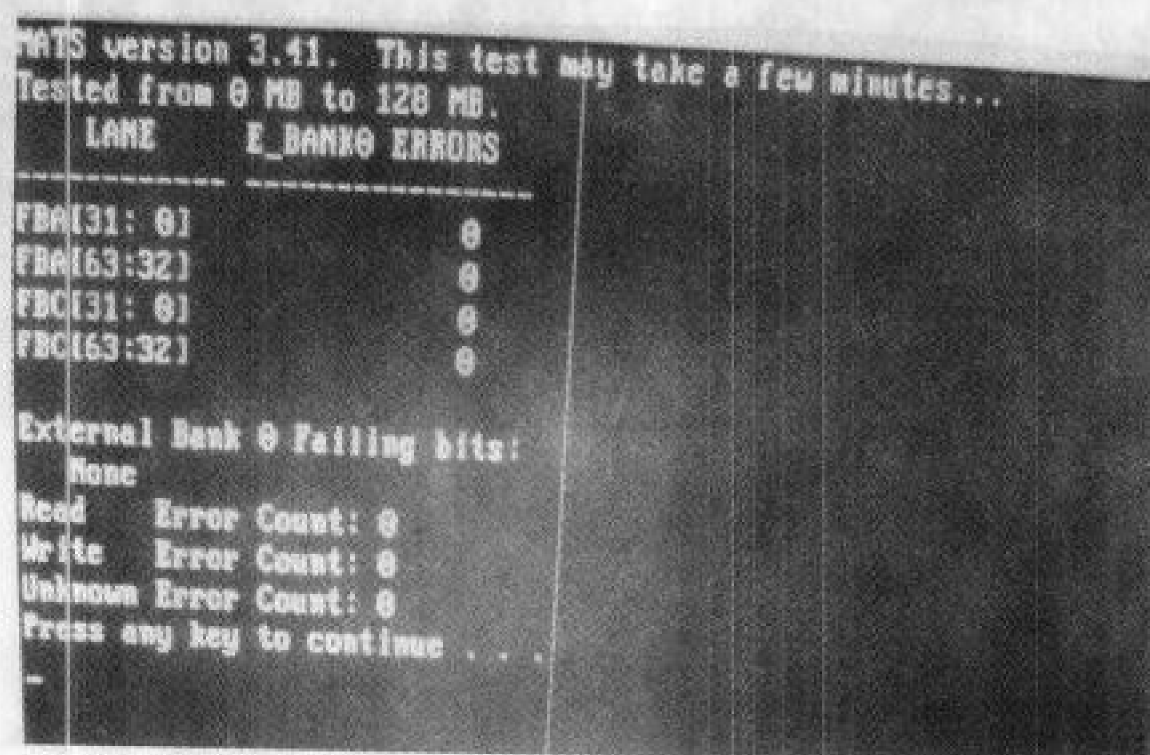


图 5-61 测试通过

5.2.2 技嘉 6600 显卡空焊的“小花”故障

显卡型号：技嘉 GA-N66L128DP

故障现象：花屏（“小花”）

故障分析：收到此显卡，客户说是一个电容被撞了一下。然后就花屏了。

（1）上机检测，MATS 程序显示 C39 报错，如图 5-62 所示。

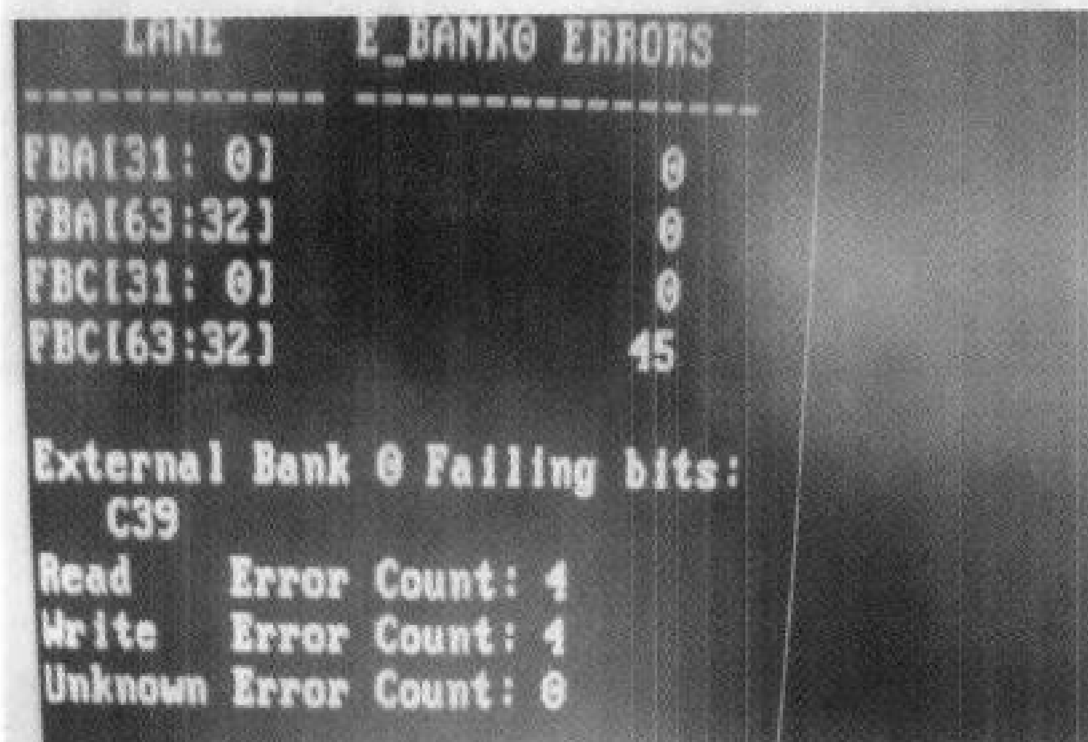


图 5-62 C39 报错

（2）查看测试结果，此卡为 6600LE，显存分 A 和 C 两个通道，然后依次短接显存每个芯片的最后两个脚和 5、6 脚，得到如图 5-63 所示的排列图。

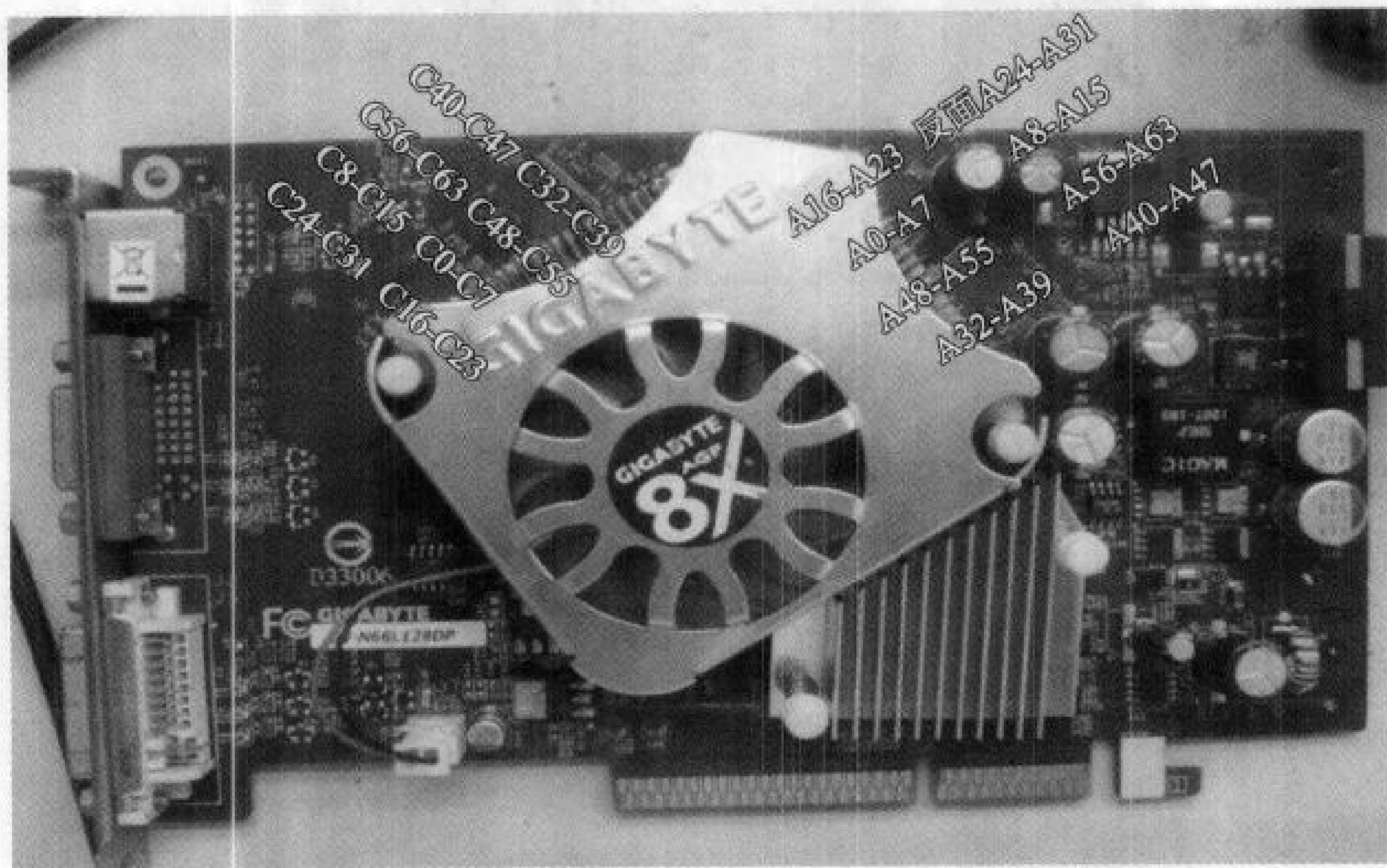


图 5-63 显存排列图

（3）查此种显存芯片的脚位定义图，如图 5-64 所示。

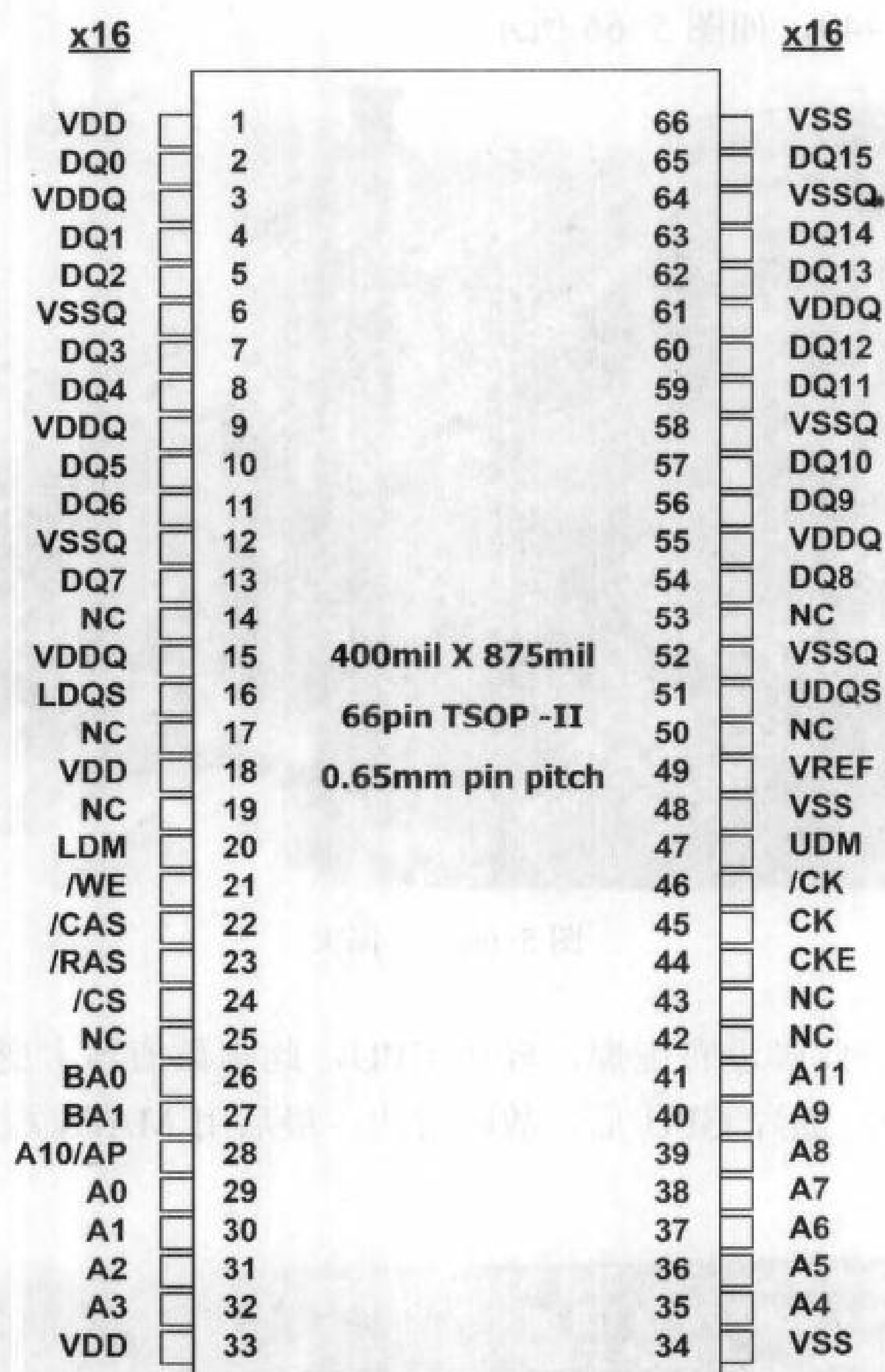


图 5-64　DDR 显存脚位图

（4）然后使用万用表二极管挡打显存的数据位，正常值为 260，如图 5-65 所示。

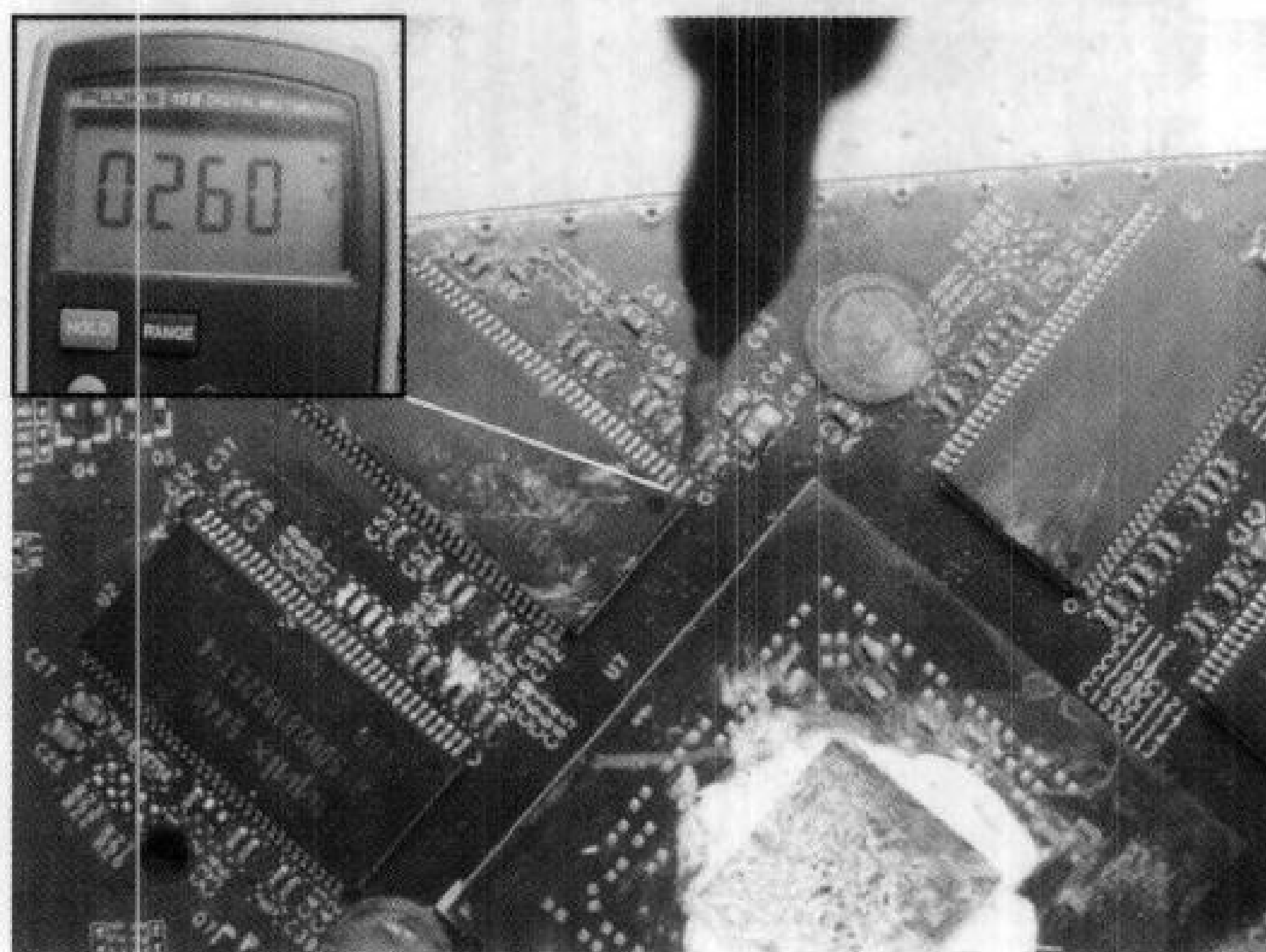


图 5-65　正常值 260

（5）打到有一脚为 440，如图 5-66 所示。

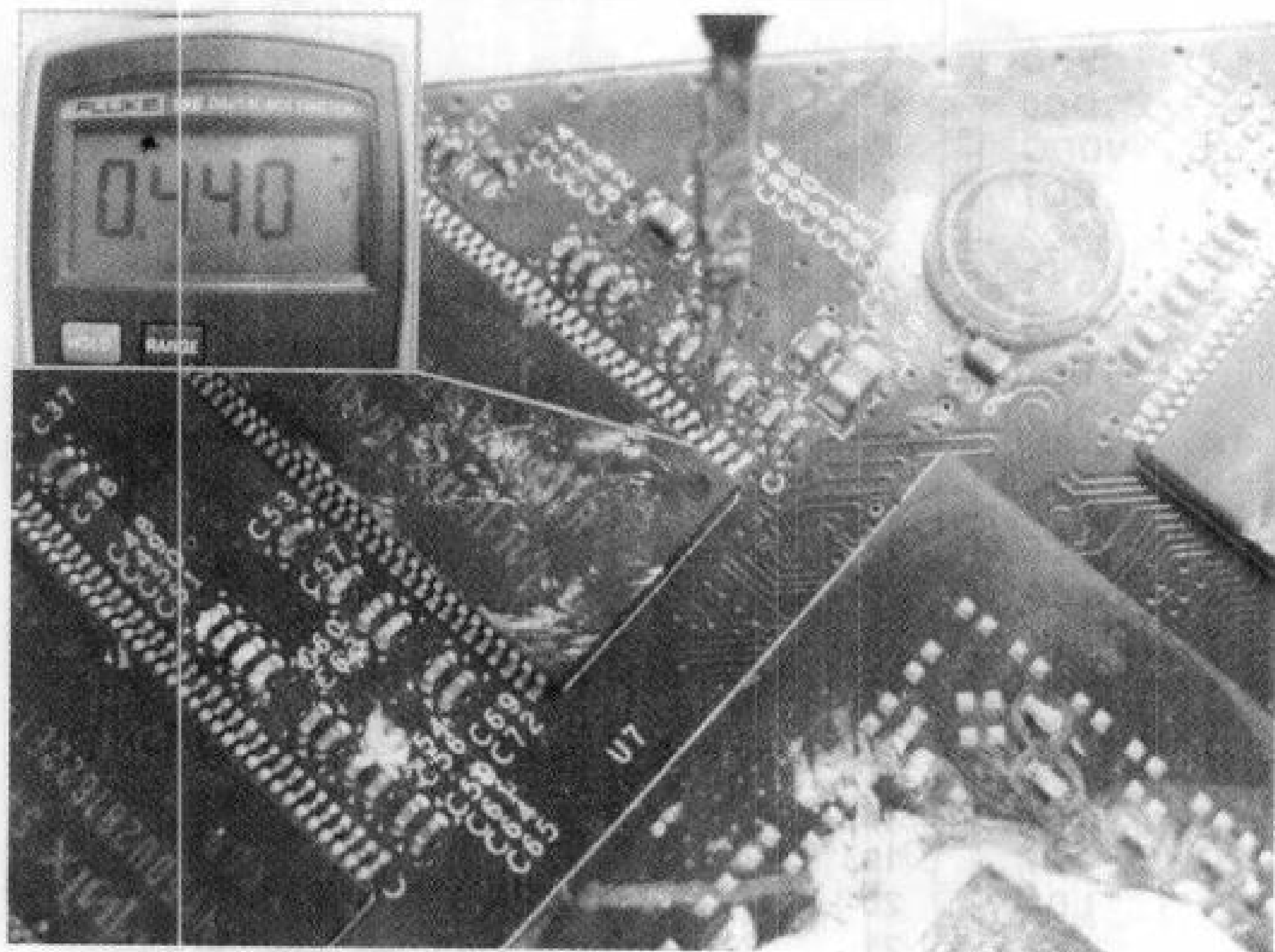


图 5-66　值偏大

（6）仔细观察显存，此脚没有虚焊，轻压 GPU，此脚数值马上变为 260。

（7）确定 GPU 空焊，加焊 GPU 后，故障解决，最后用 MATS 程序测试通过，如图 5-67 所示。

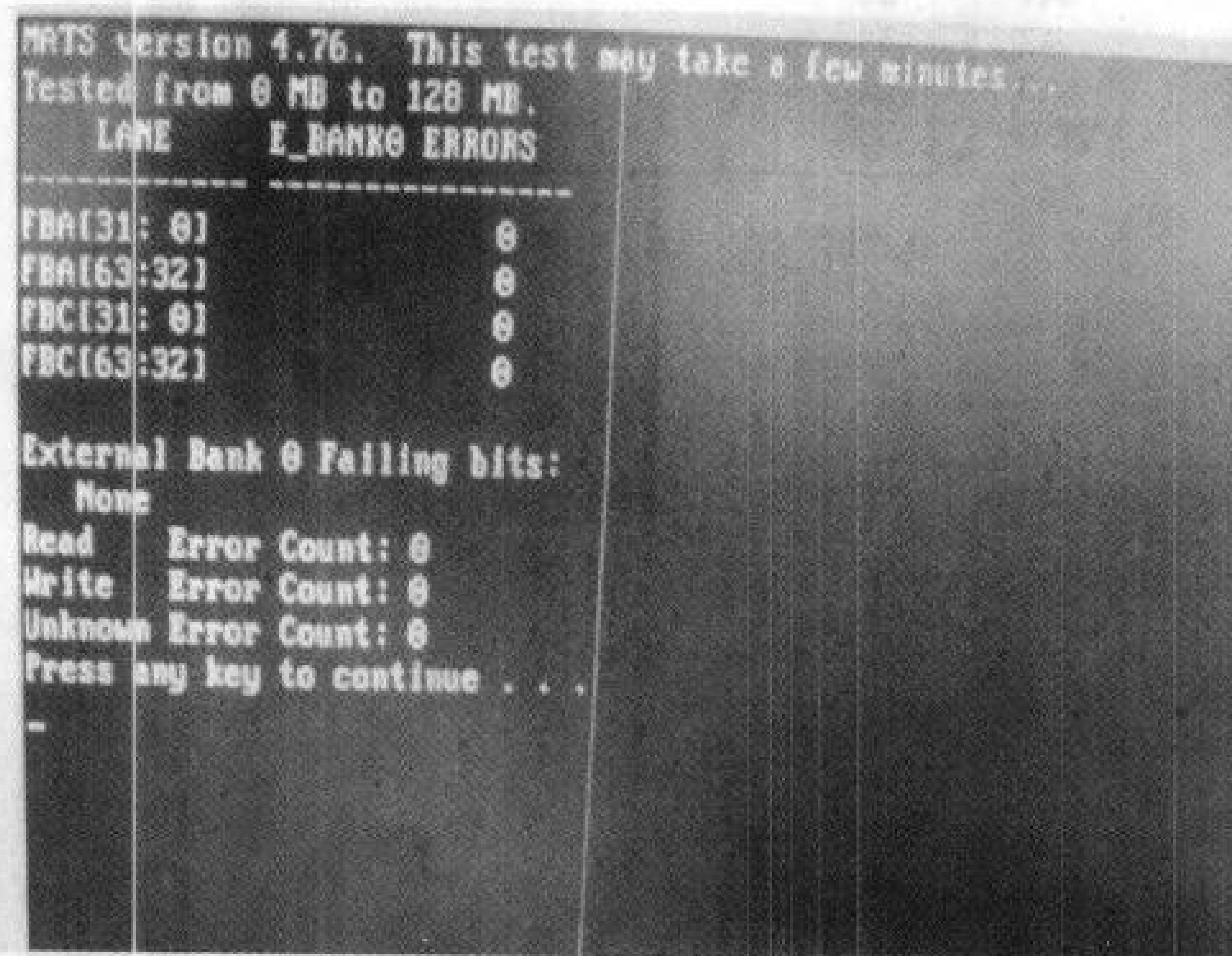


图 5-67　测试通过

5.2.3　9550 显卡花屏故障

显卡型号：杂牌 9550

故障现象：花屏

故障分析：接修一片杂牌 9550 显卡（见图 5-68），GPU 被人加焊过。

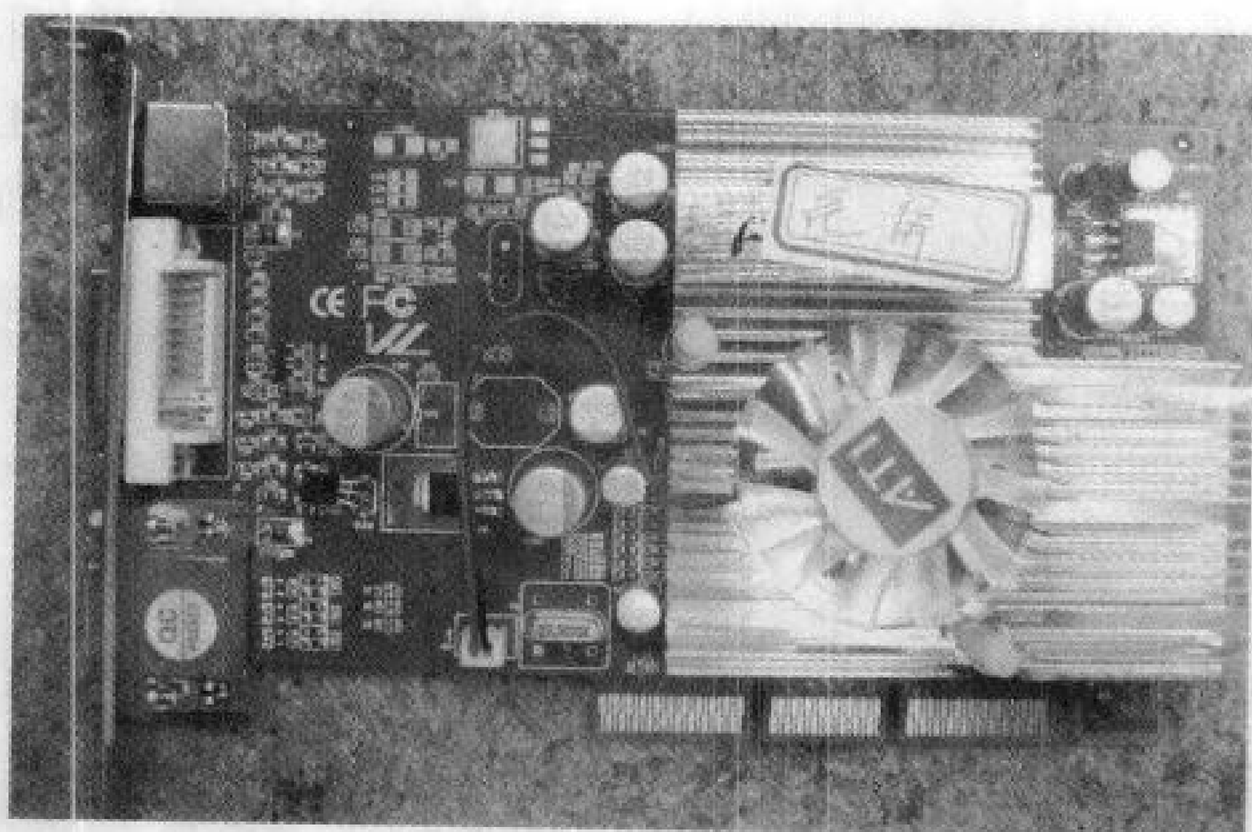


图 5-68　故障显卡 9550

（1）首先外观检查没有发现掉件烧坏等外观故障。

（2）使用 R3MEMID 测试，程序显示 B 通道 56～63 数据位出错，如图 5-69 所示。

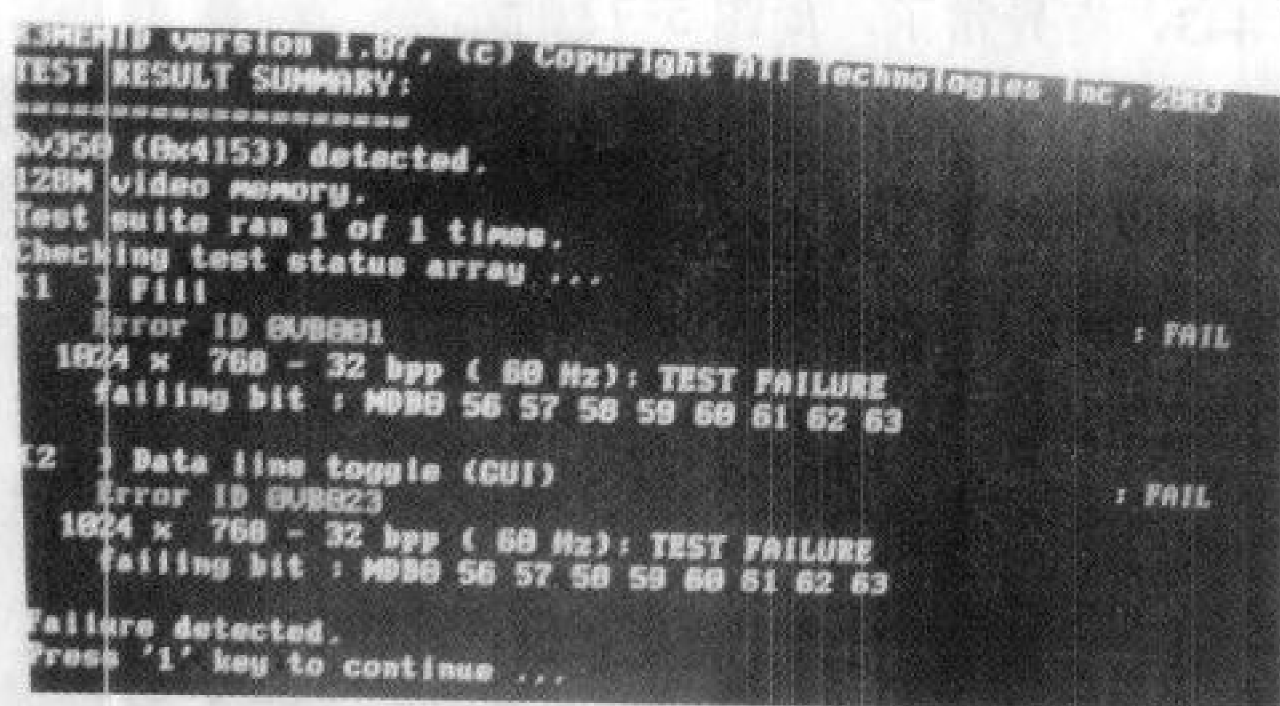


图 5-69　测试报错

（3）使用短接数据线法找出此卡的显存数据位分布图，如图 5-70 所示。

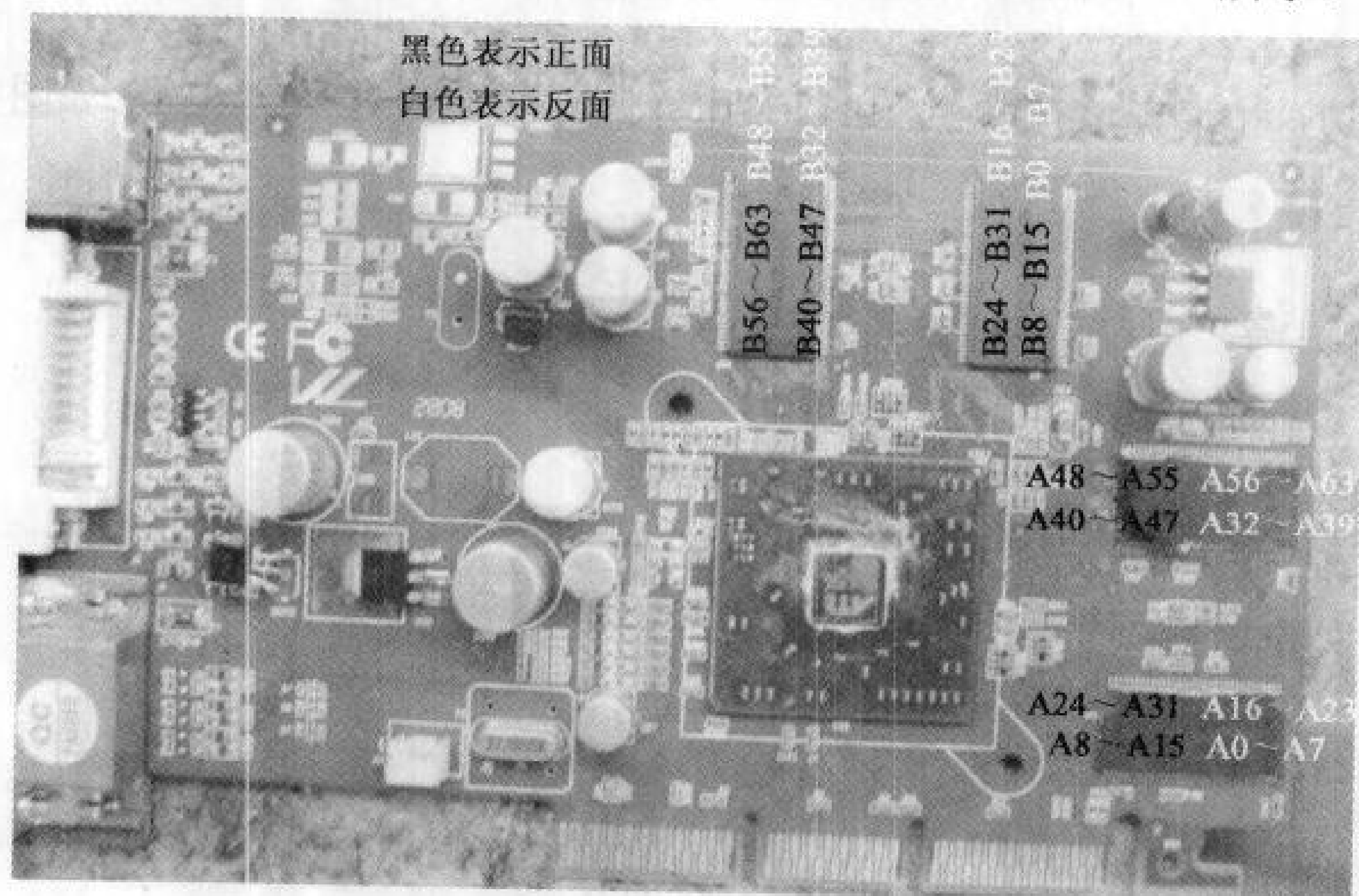


图 5-70　显存分布图

（4）由于此卡出错的数据位为 B56～B63，根据 R3MEMID 的使用说明以及 DDR 显存颗粒的脚位定义图可以把排查的范围缩小到 47 脚（UDM）、51 脚（UDQS）以及 8 个数据位全部出错（概率很小吧，呵呵）。于是对两个控制线打值，47 脚为 341，如图 5-71 所示。



图 5-71　41 脚正常值 341

（5）打 51 脚值为 443，有异常了，如图 5-72 所示。

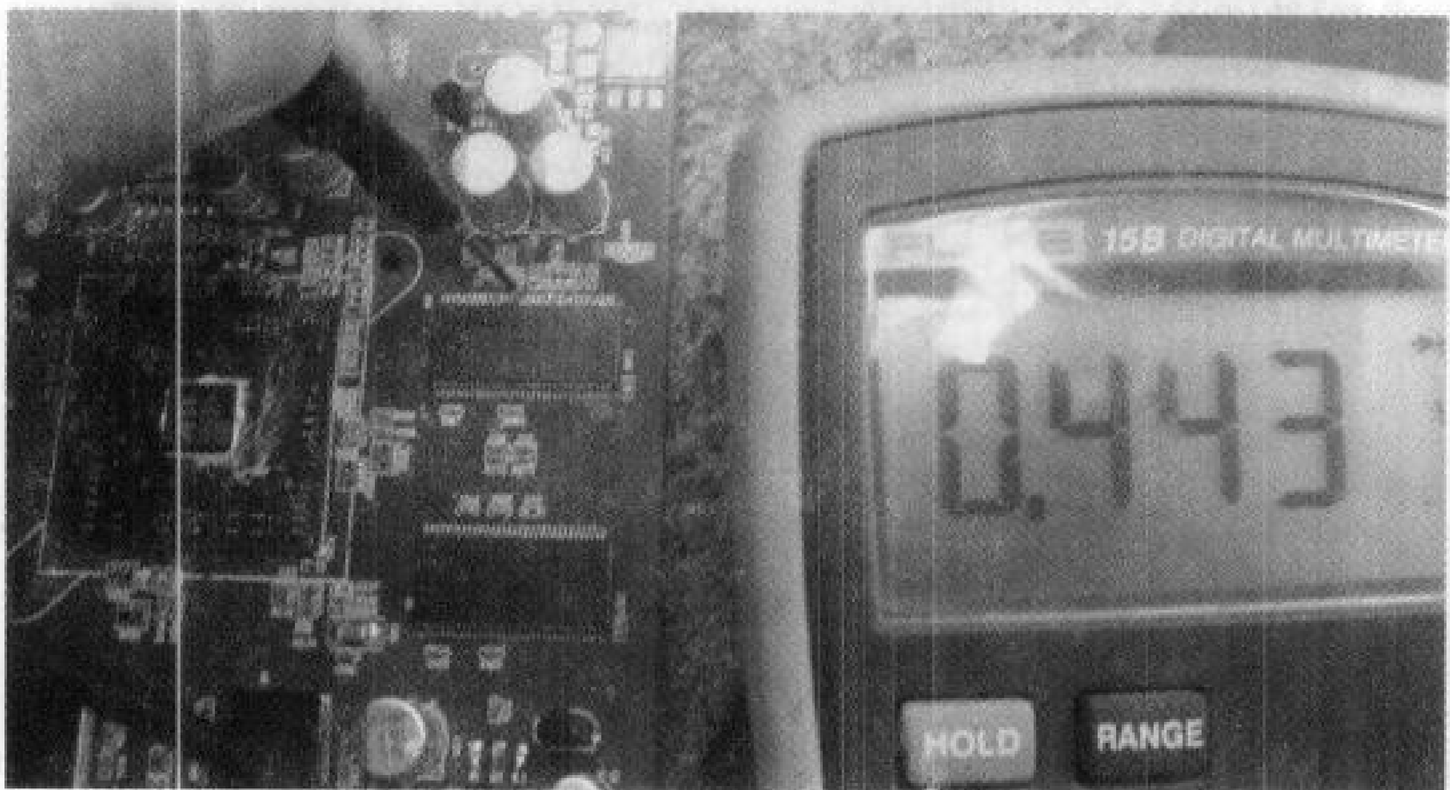


图 5-72　51 脚打值不正常

（6）由于旁边这个显存没有报错，可以对比打值，发现其 51 脚为 334，如图 5-73 所示。

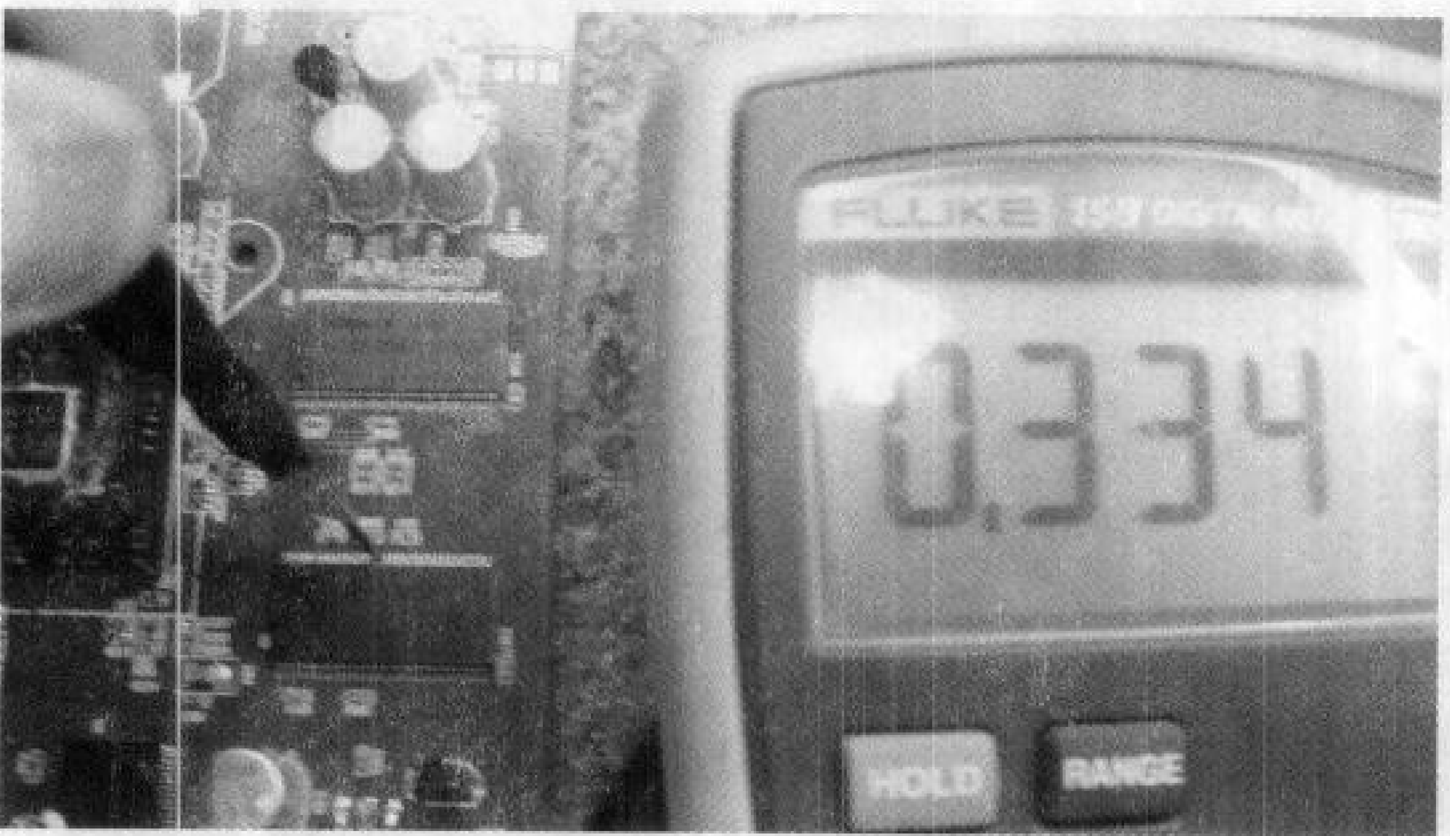


图 5-73　对比测阻值

（7）就是此 51 脚有问题导致 8 个数据位全部出错，仔细看线路发现连接一个 000 电阻，量电阻另一头值为 335，如图 5-74 所示。

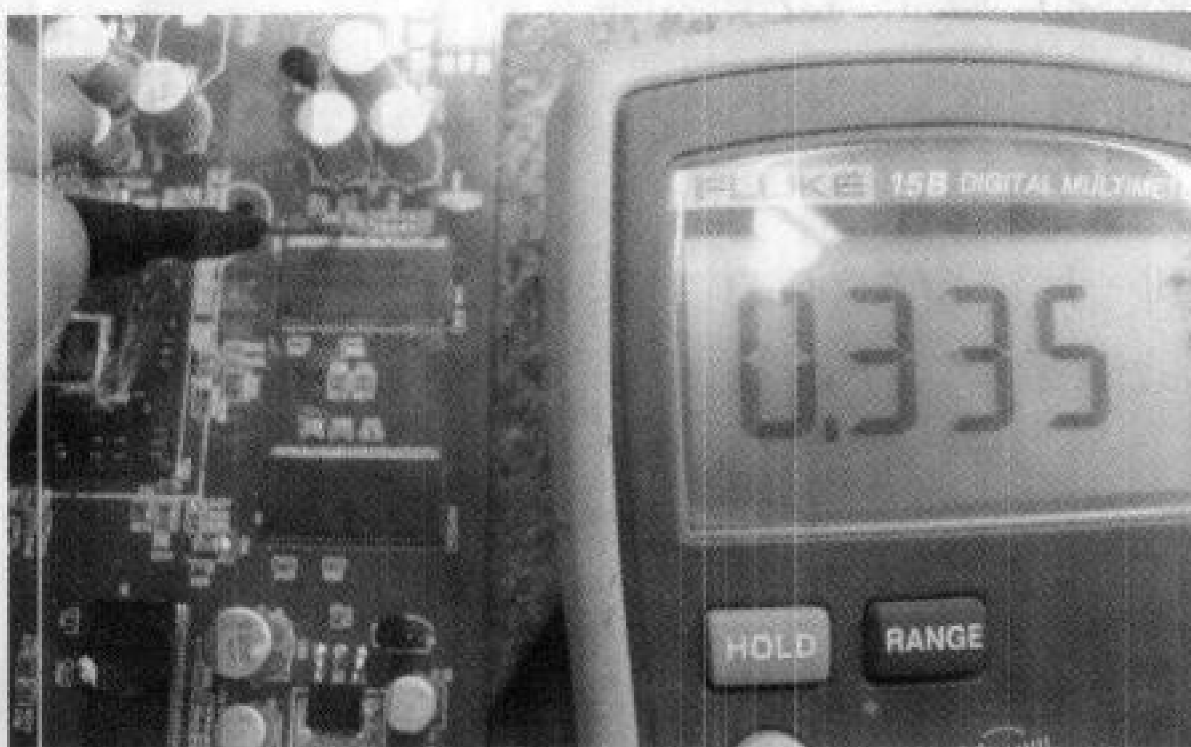


图 5-74 51 脚打值为 335

（8）使用欧姆挡量测此电阻阻值，确认电阻损坏，如图 5-75 所示。

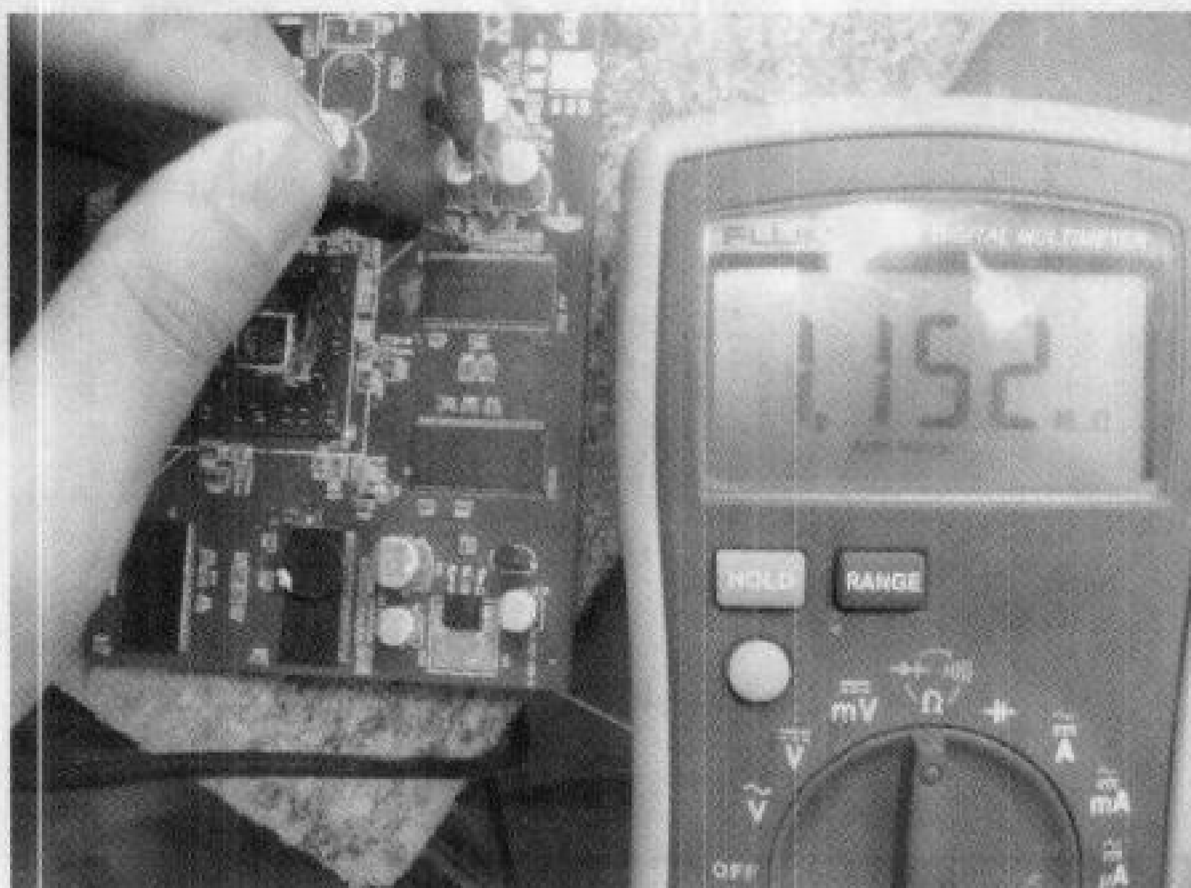


图 5-75 通过测量判断电阻坏

（9）更换电阻后，51 脚打值正常，如图 5-76 所示。

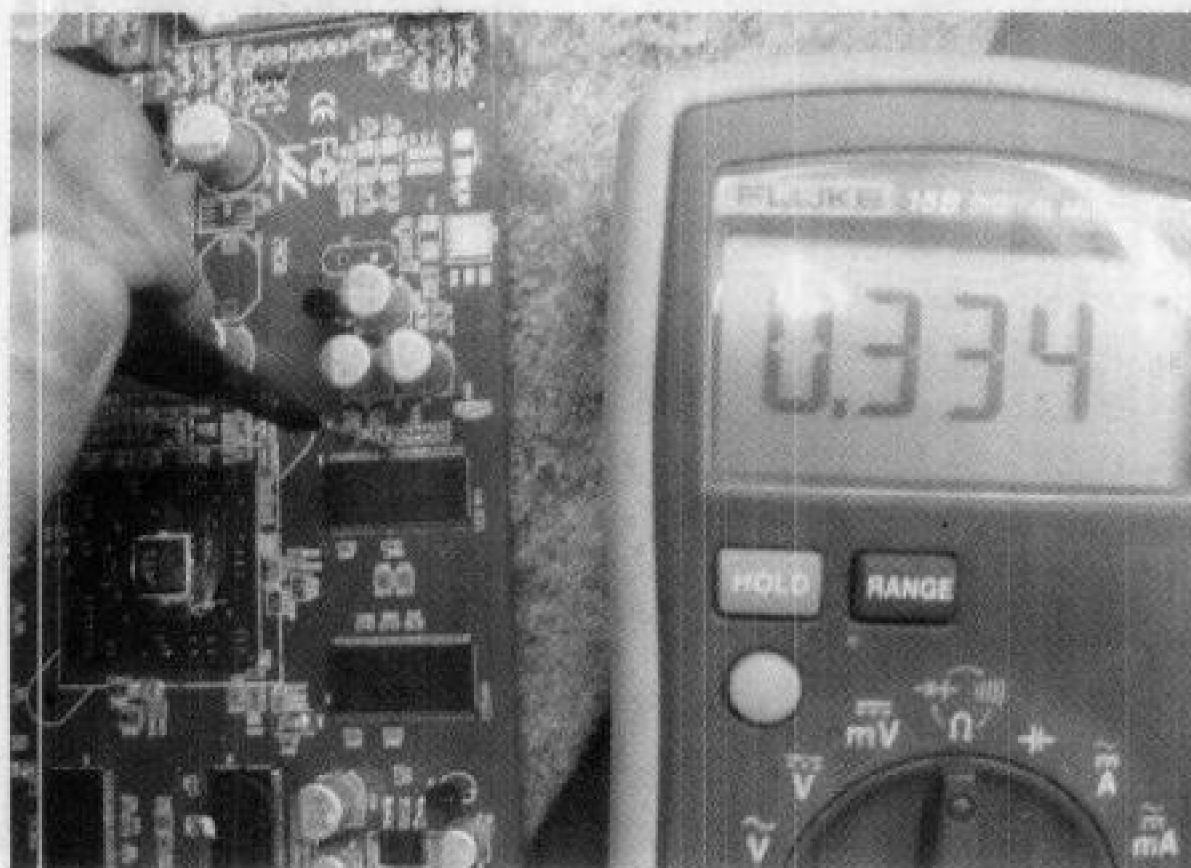


图 5-76 51 脚打值正常

（10）运行 R3MEMID 测试正常通过。

5.2.4 铭瑄 8500GT 显卡空焊故障

显卡型号：铭瑄 8500GT

故障现象：花屏

故障分析：今天收到一片铭瑄 8500GT 显卡（见图 5-77），拿到手一看，发现电容爆了。

（1）先给上机测试故障重现一下，如图 5-78 所示。这么花，基本看不到了，只能先换电容了。

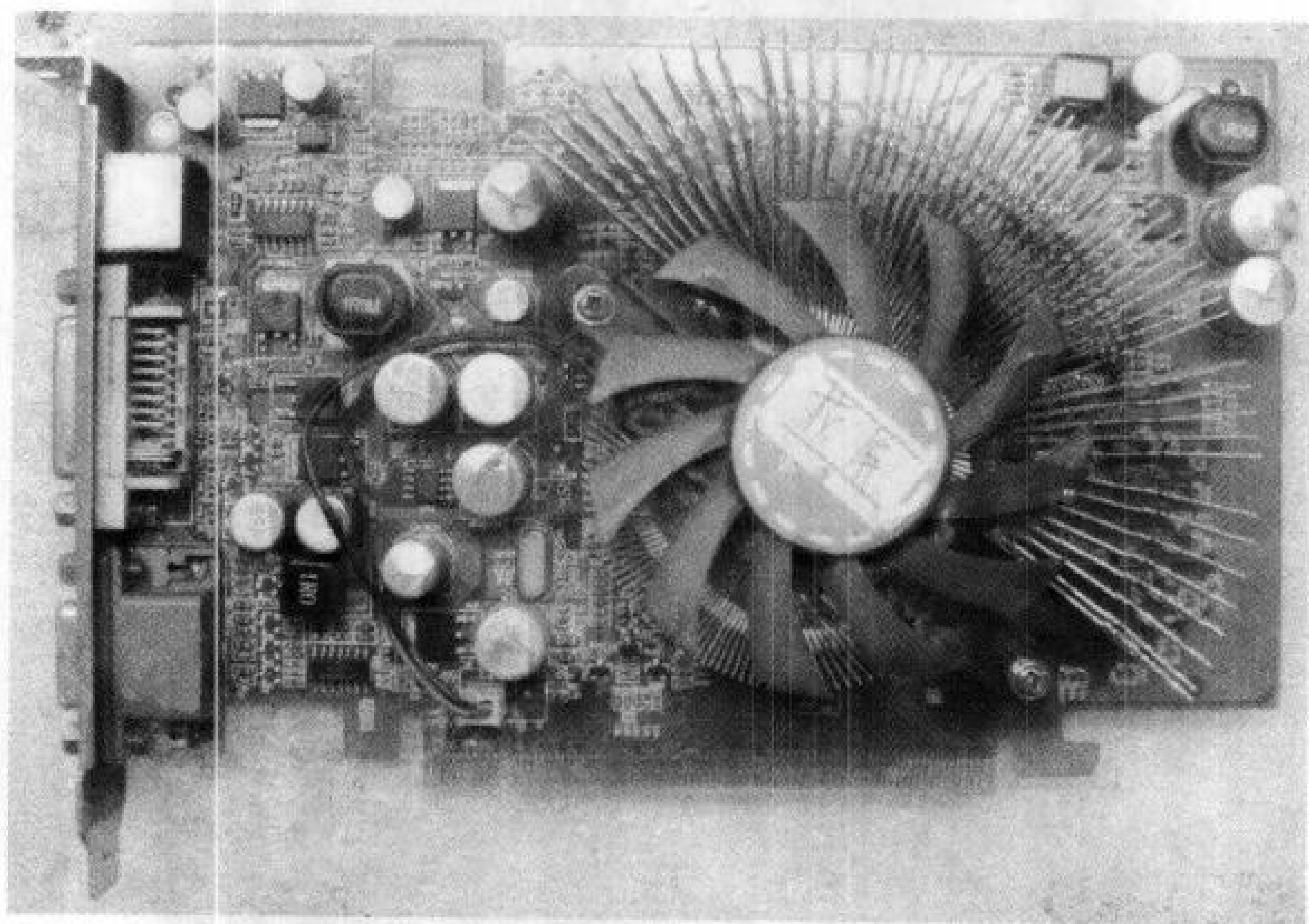


图 5-77 爆电容

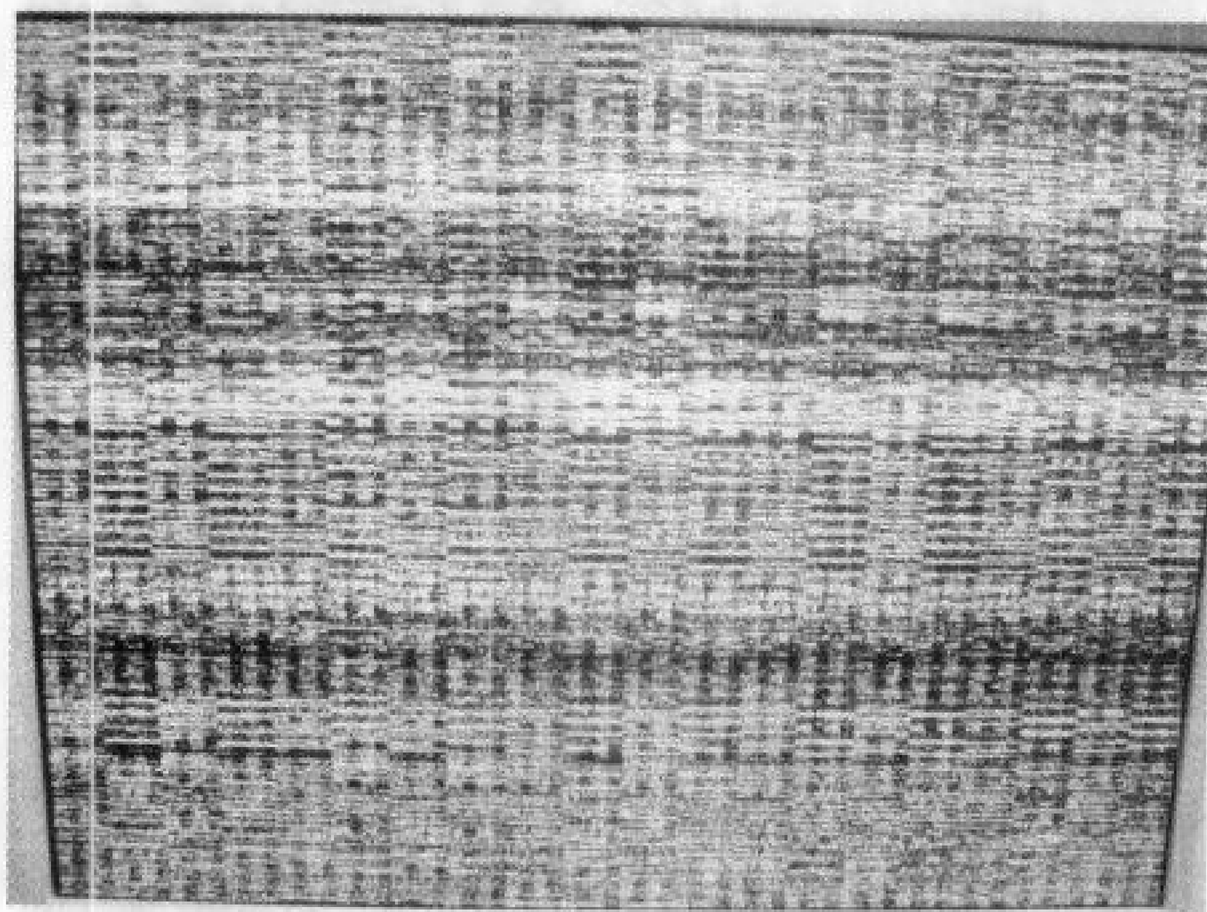


图 5-78 “大花”

（2）把电容换完，再次测试，没想到依然花屏，只是没那么严重了，还能看清字。于是使用 MATS 测试，如图 5-79 所示。



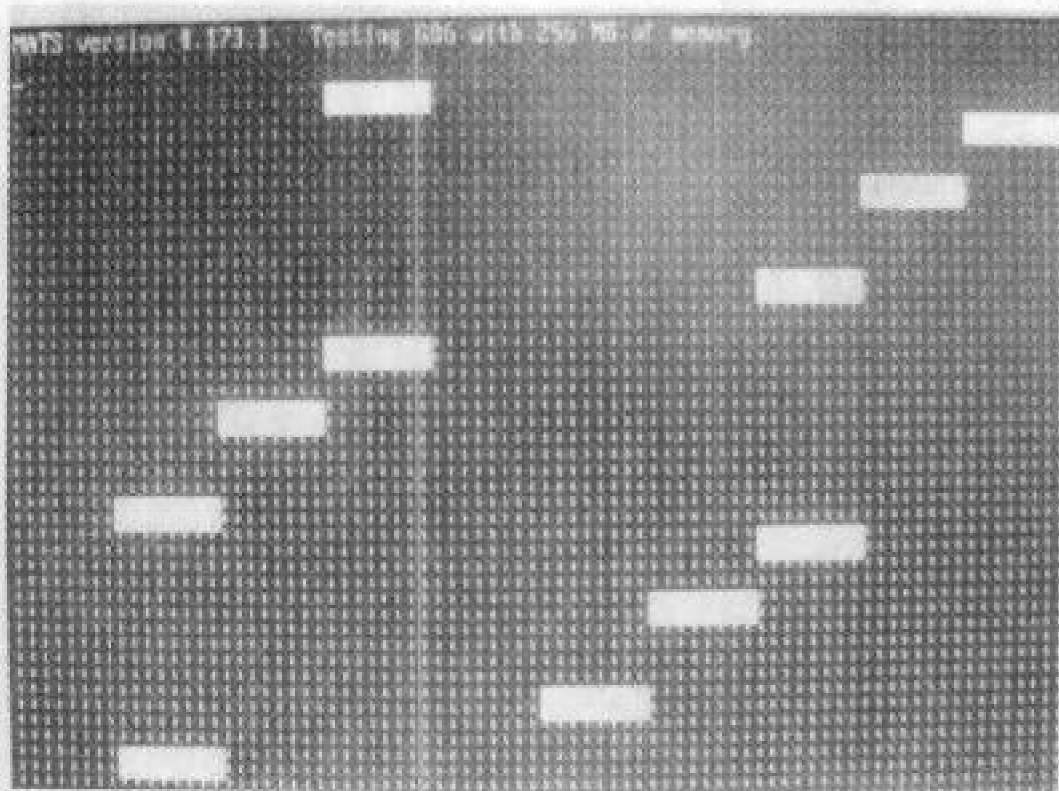


图 5-79　使用 MATS 测试中

（3）测试结果显示 A20 出错，如图 5-80 所示。

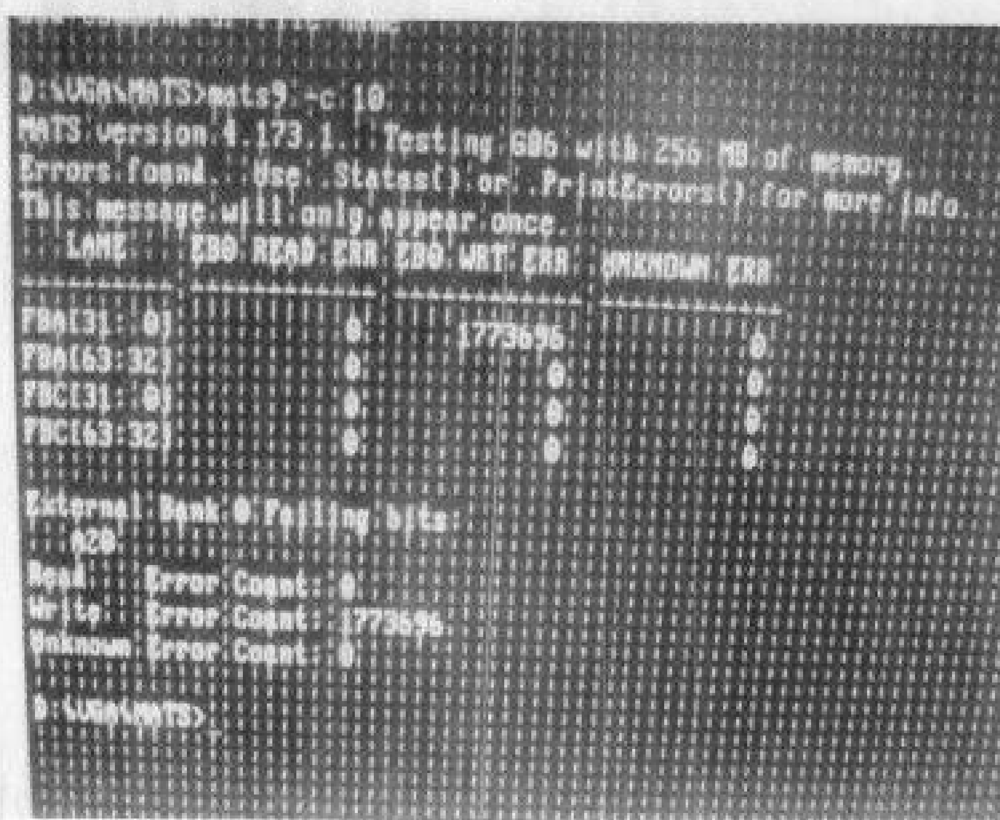


图 5-80　A20 报错

（4）PCI-E 显卡容易发生空焊，那就先给它加焊吧。送到返修台固定起来就开始焊接了，如图 5-81 所示。

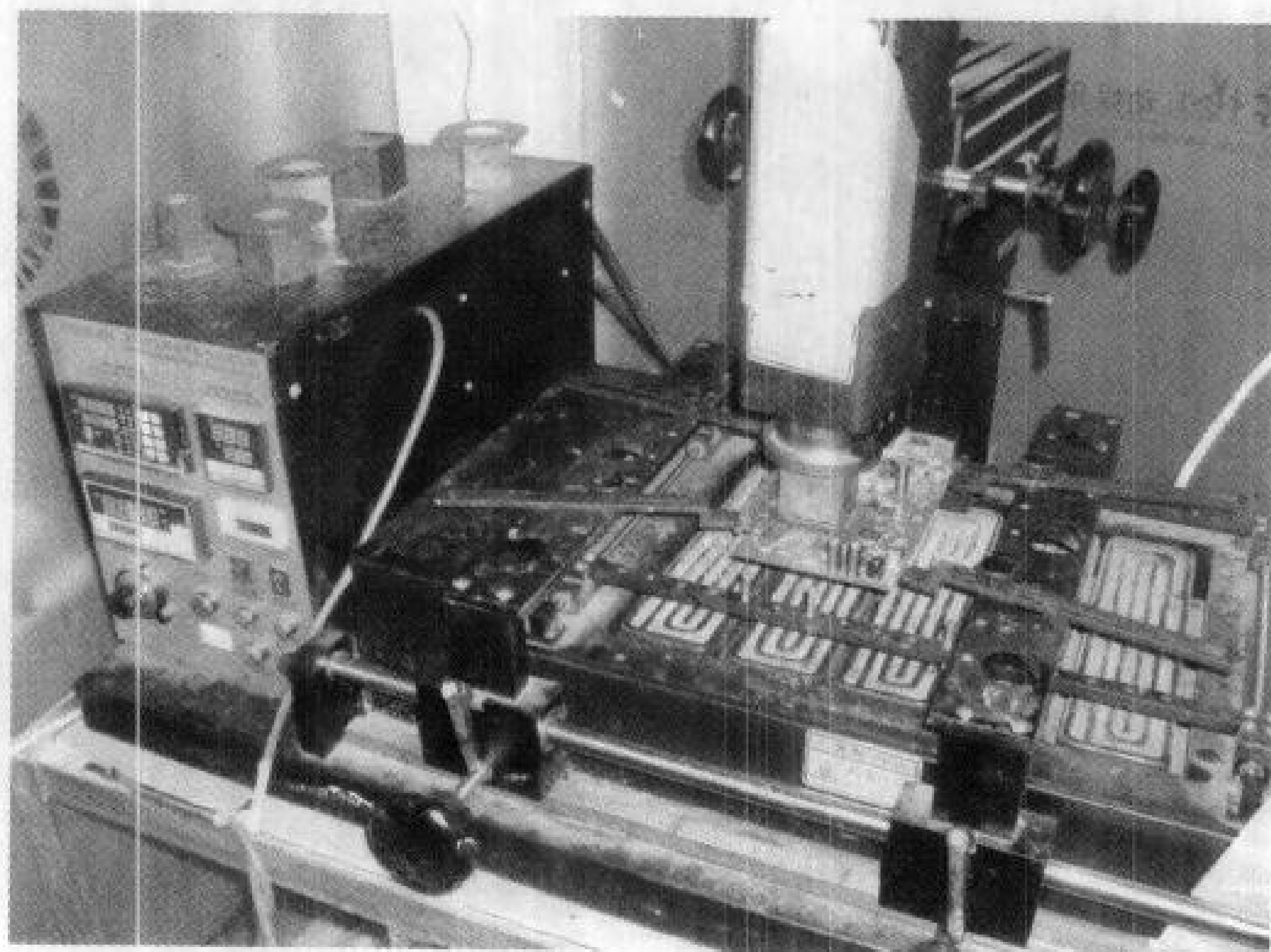


图 5-81　固定显卡

（5）加焊完上机测试，不花屏了，运行 MATS 进行全面测试，如图 5-82 所示。

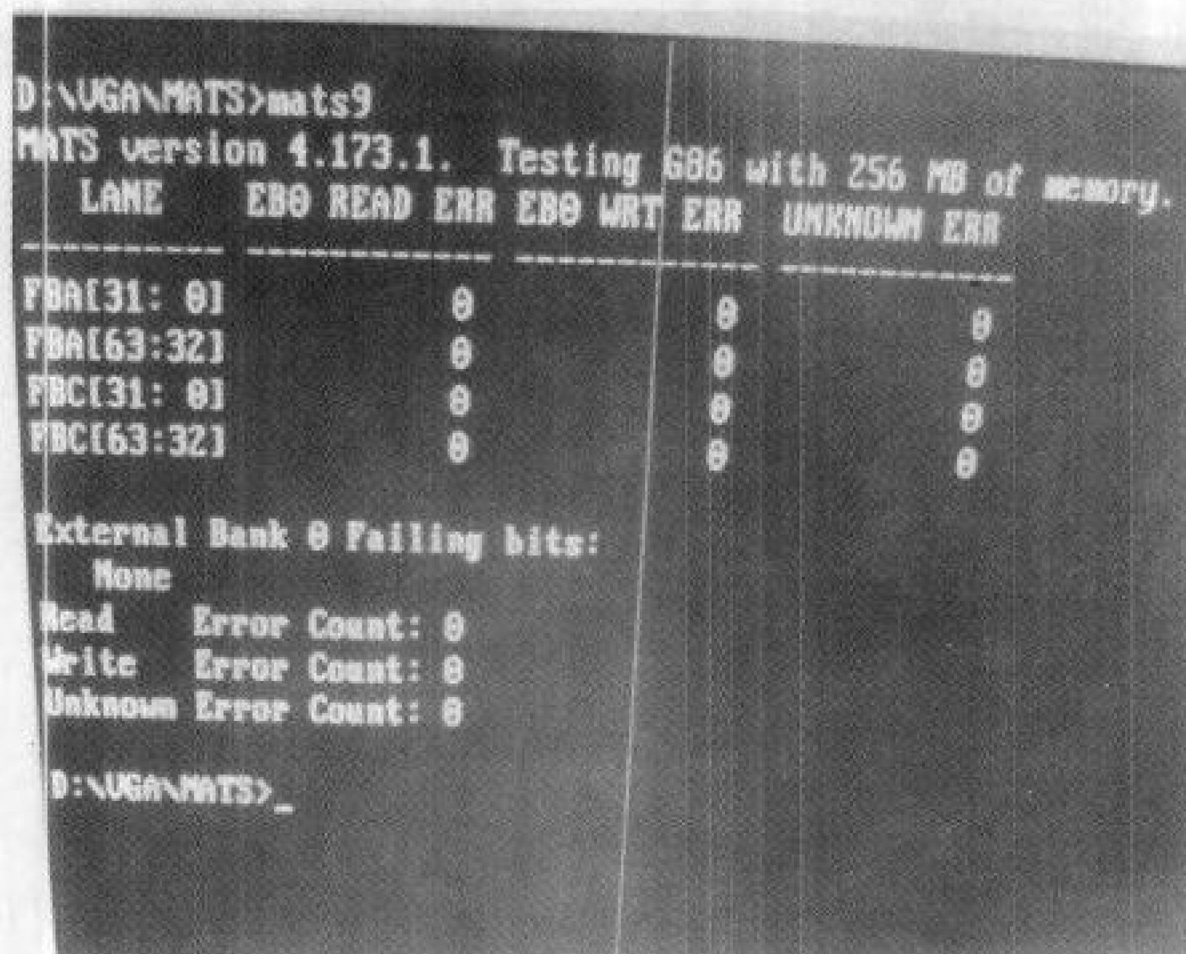


图 5-82 测试完毕

（6）测试完毕，返回的结果真令人开心，没有报错。进入 Windows 系统跑个 3D 游戏也没问题，确认显卡修复。

5.2.5 微星 X550 显卡花屏故障

显卡型号：微星 X550 修罗王

故障现象：花屏

故障分析：此 X550 修罗王卡（见图 5-83）为 PCI-E 接口，DDR1 显存颗粒。

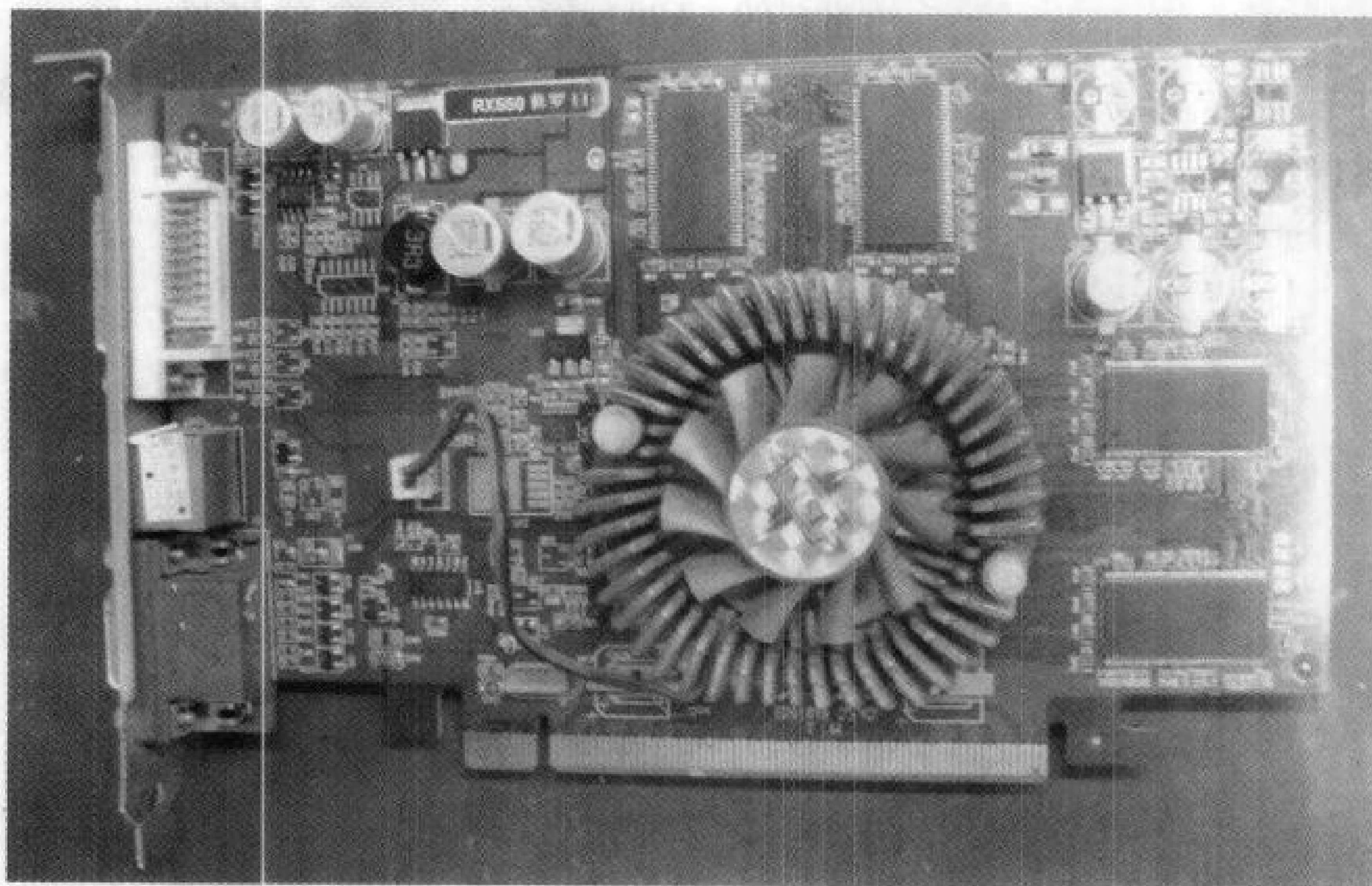


图 5-83 X550 显卡

（1）开机画面会花屏，如图 5-84 所示。



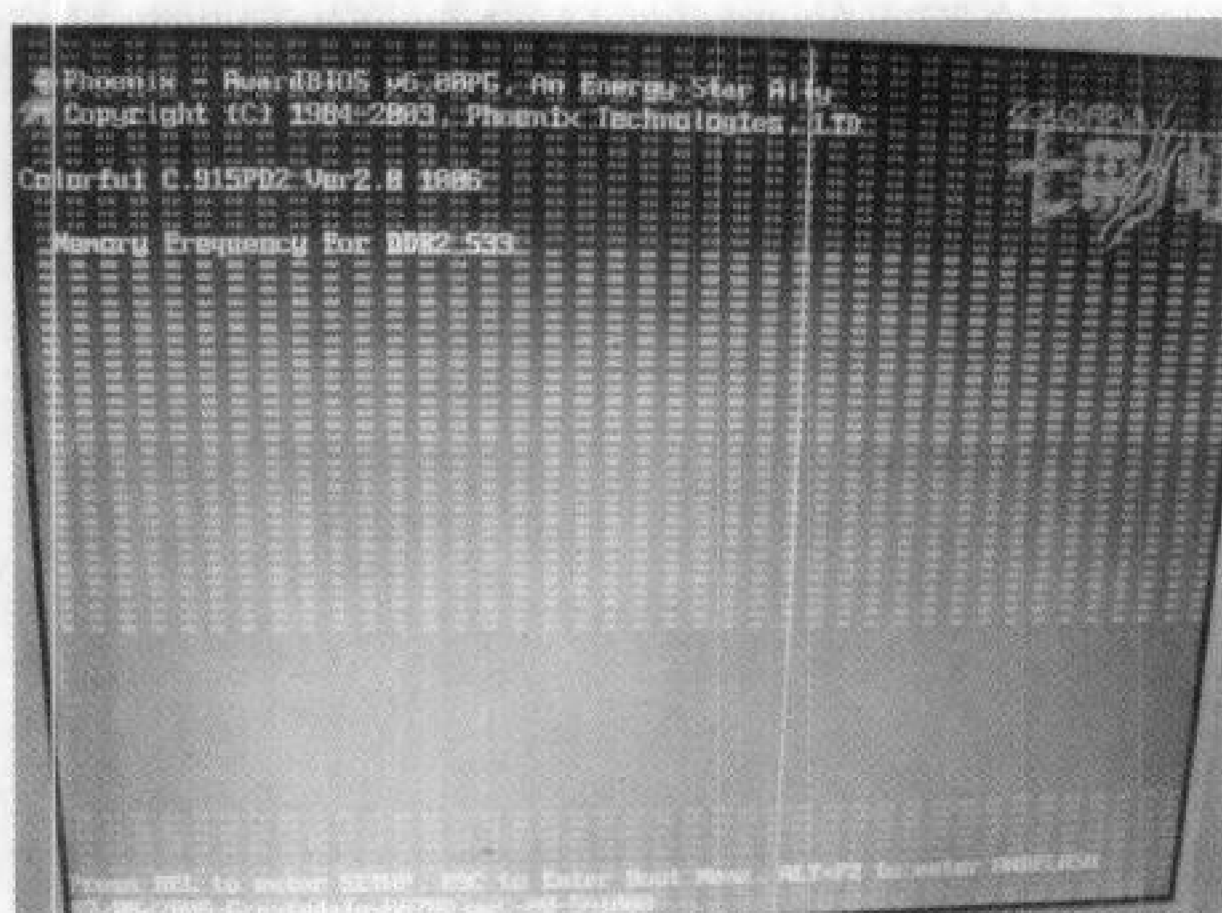


图 5-84　花屏

（2）黑白画面不花屏，如图 5-85 所示。

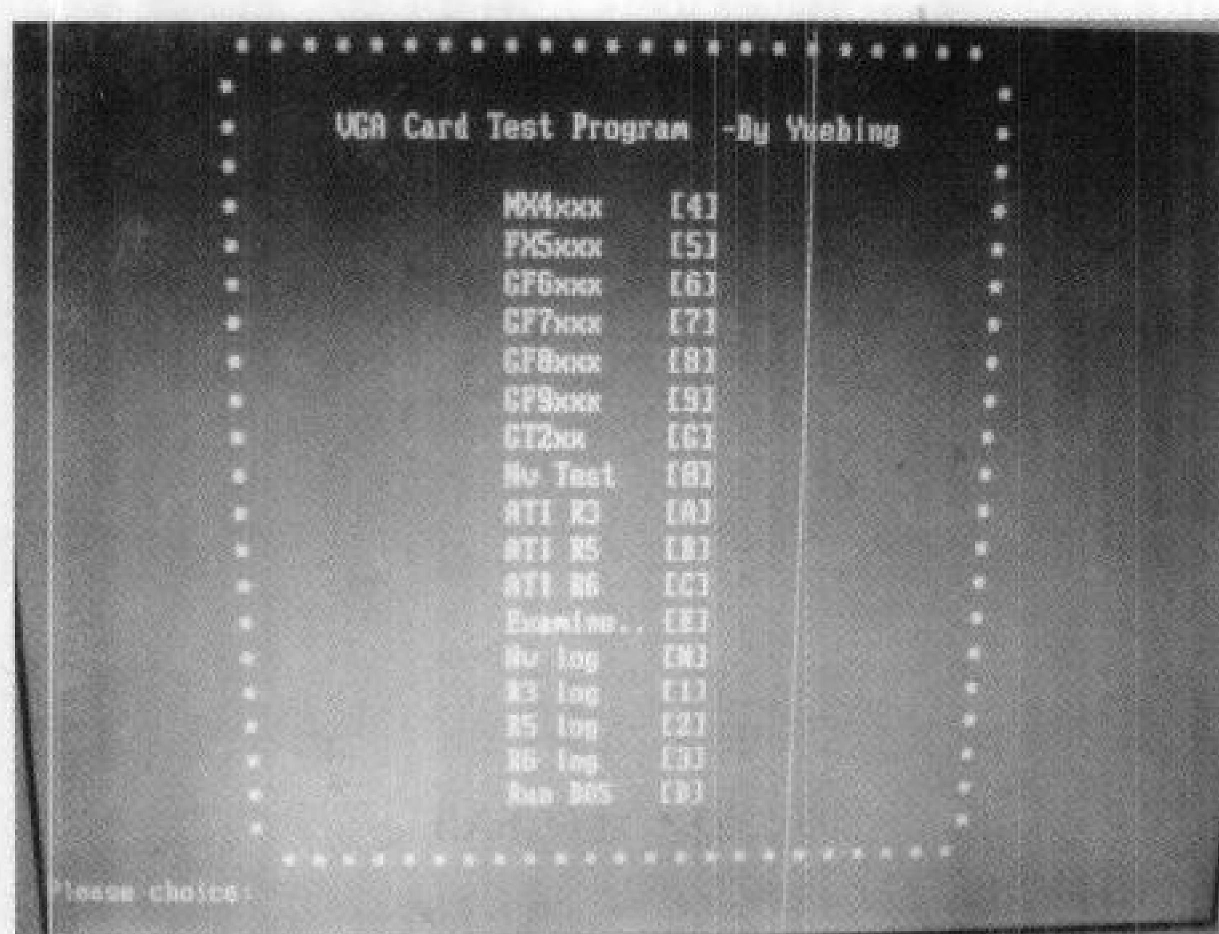


图 5-85　黑白画面不花屏

（3）在程序选择界面按 A，使用 R3 测试。首先启动是 R3 1.07 版本，提示不支持该显卡，如图 5-86 所示。

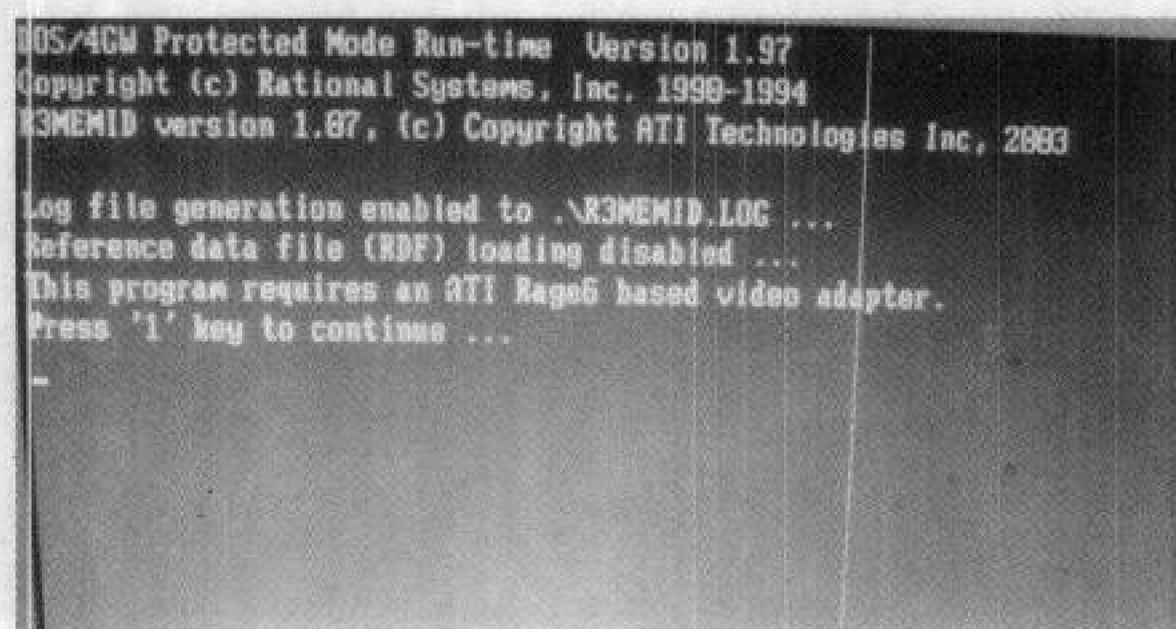


图 5-86　程序不支持

（4）按 1 继续，启动下一个版本的 R3memid.exe，这次可以测试了，如图 5-87 所示。

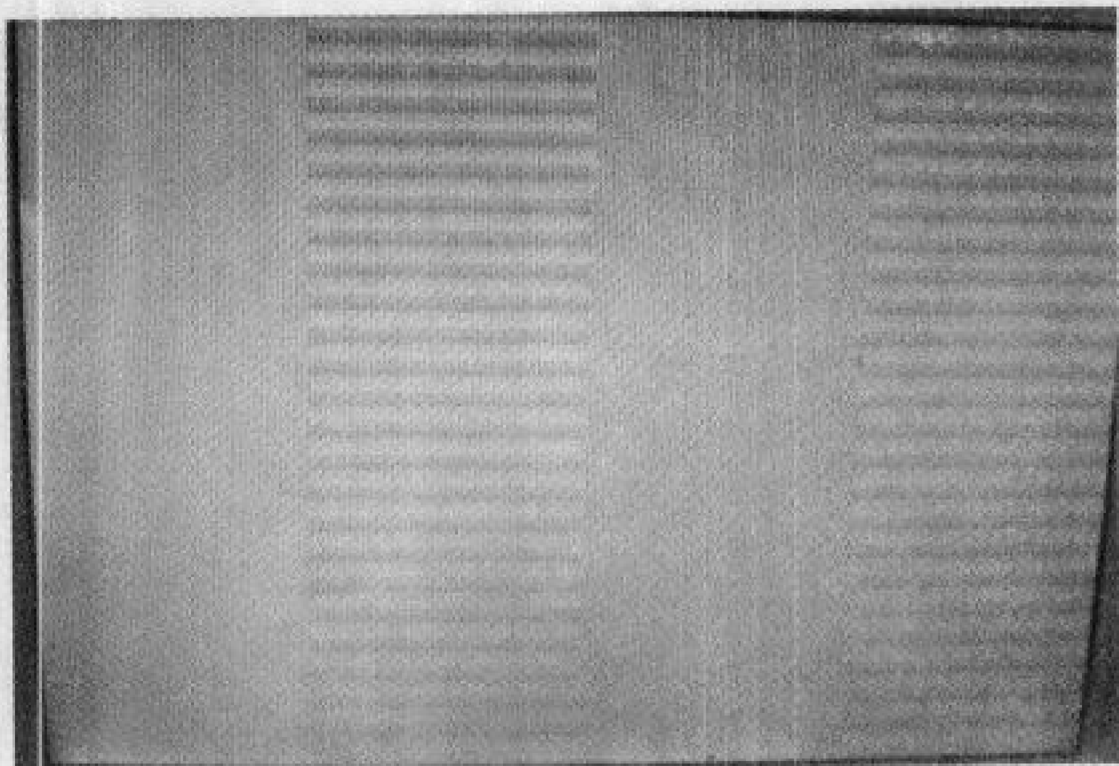


图 5-87 测试中

（5）这个版本是 R3 1.10 版本。测试完后，显示错误的数据位为 B 通道 40～47，如图 5-88 所示。

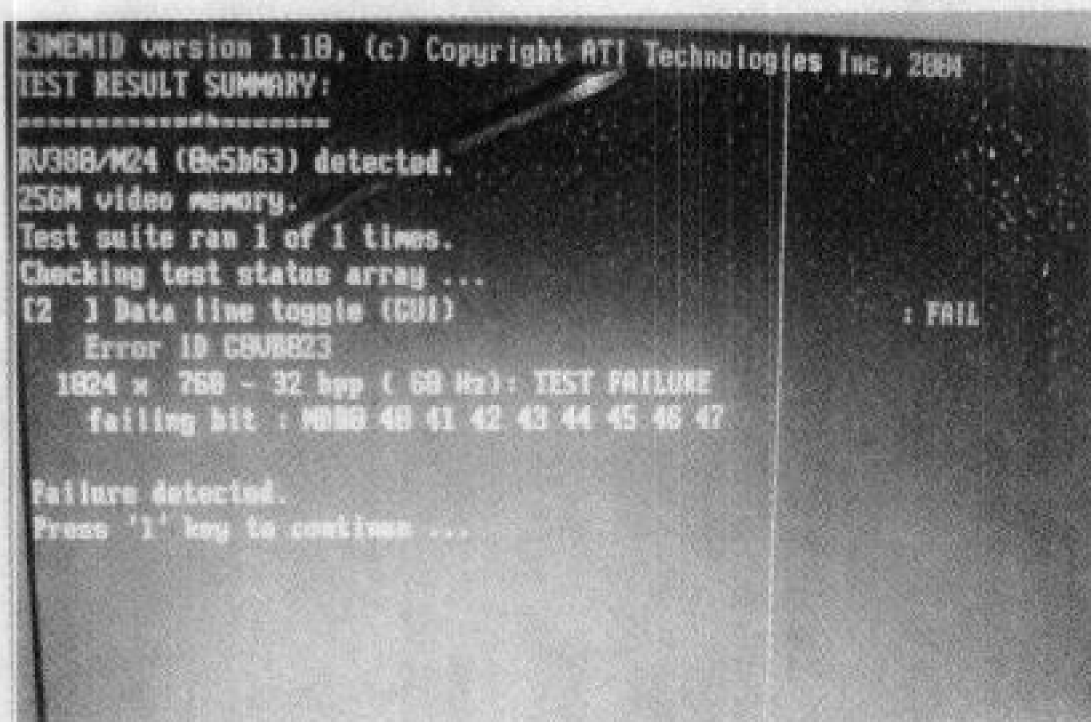


图 5-88 测试 FAIL

（6）观察 B 通道的电路分布，有 4 个排阻，应该是布数据线，还有两个电阻连着细线，应该为控制线，如图 5-89 所示。因为刚才的测试结果显示 B40～B47 有错，而一般整组出错的一般为控制线故障。

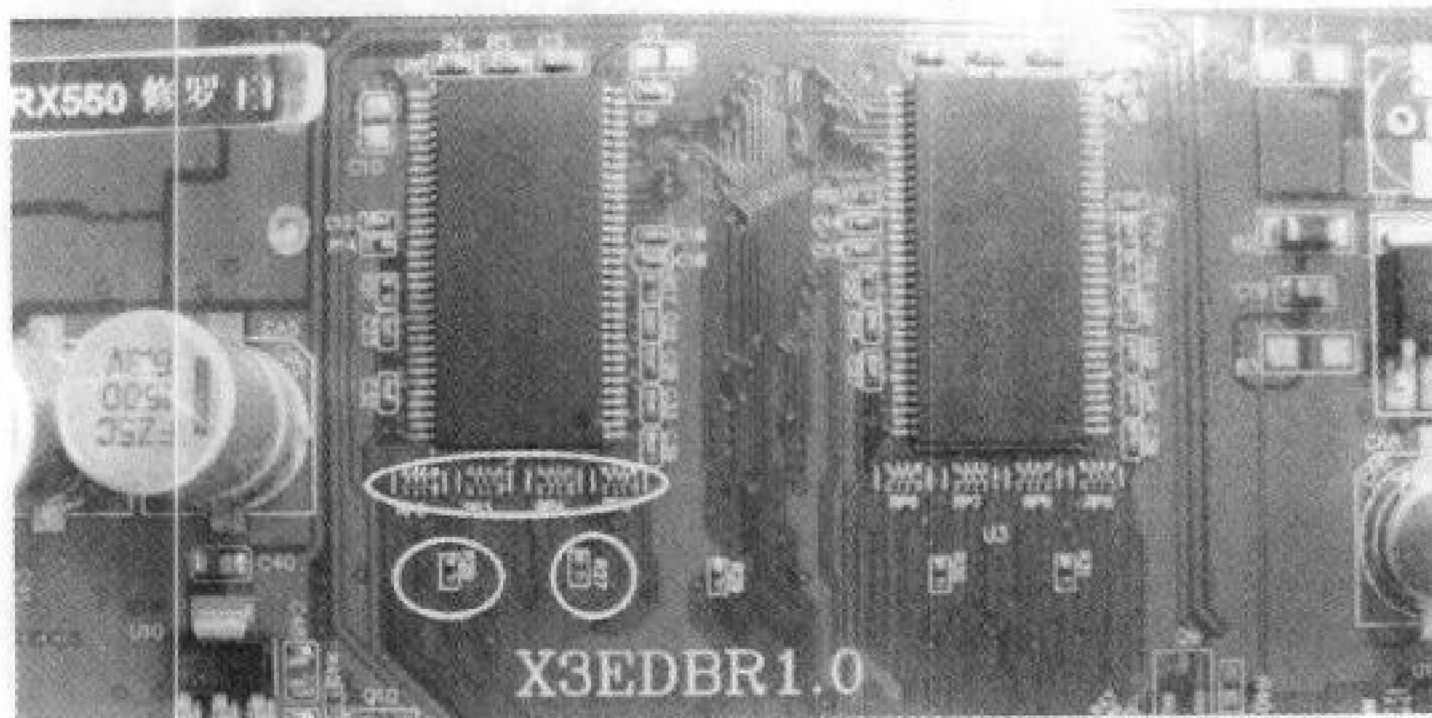


图 5-89 排阻和电阻

（7）打这两个控制线的值，左边电阻靠近显存一端值为413，如图5-90所示。

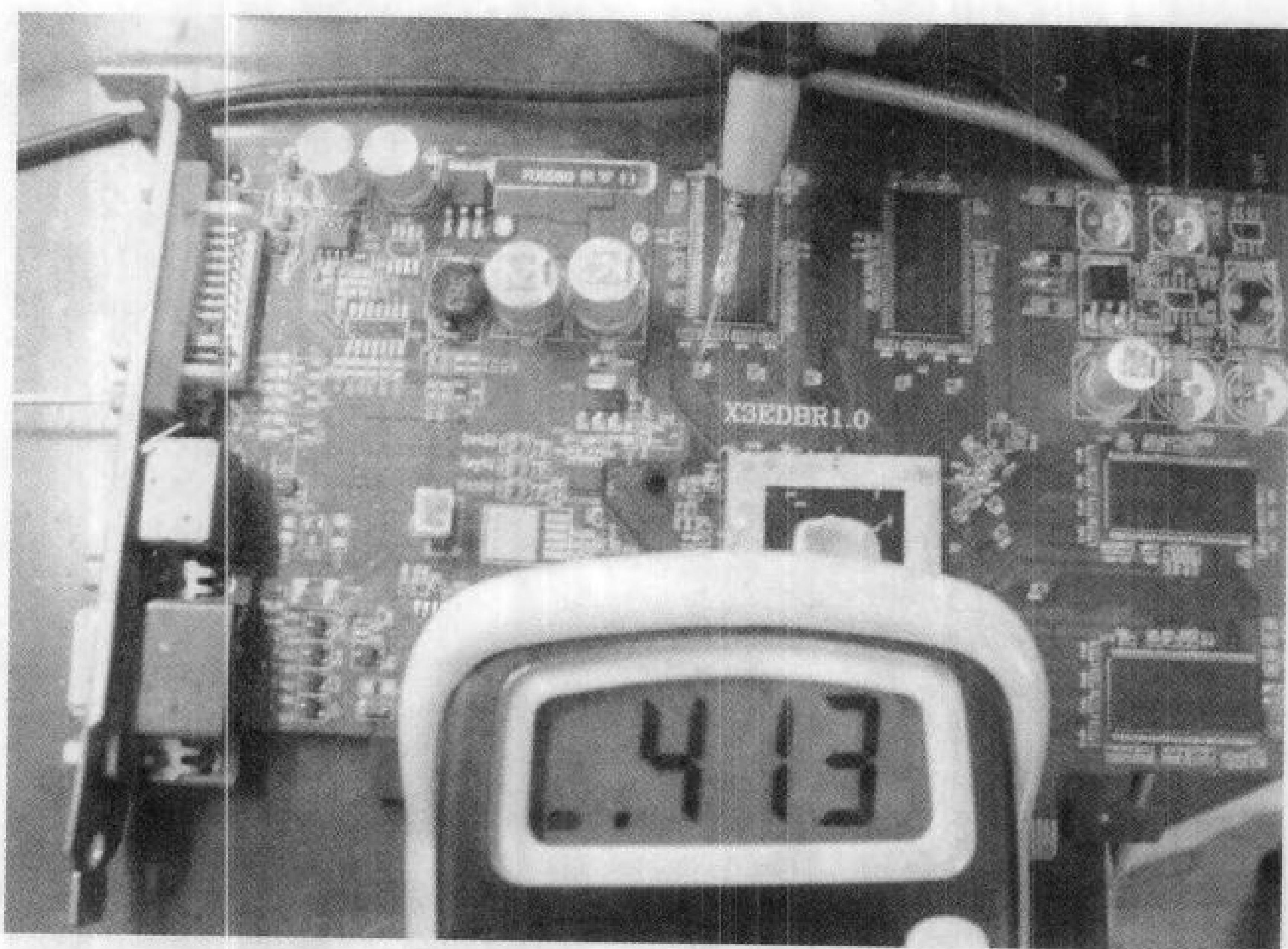


图5-90　值413正常

（8）右边电阻靠近显存端值为594，值偏大，如图5-91所示。

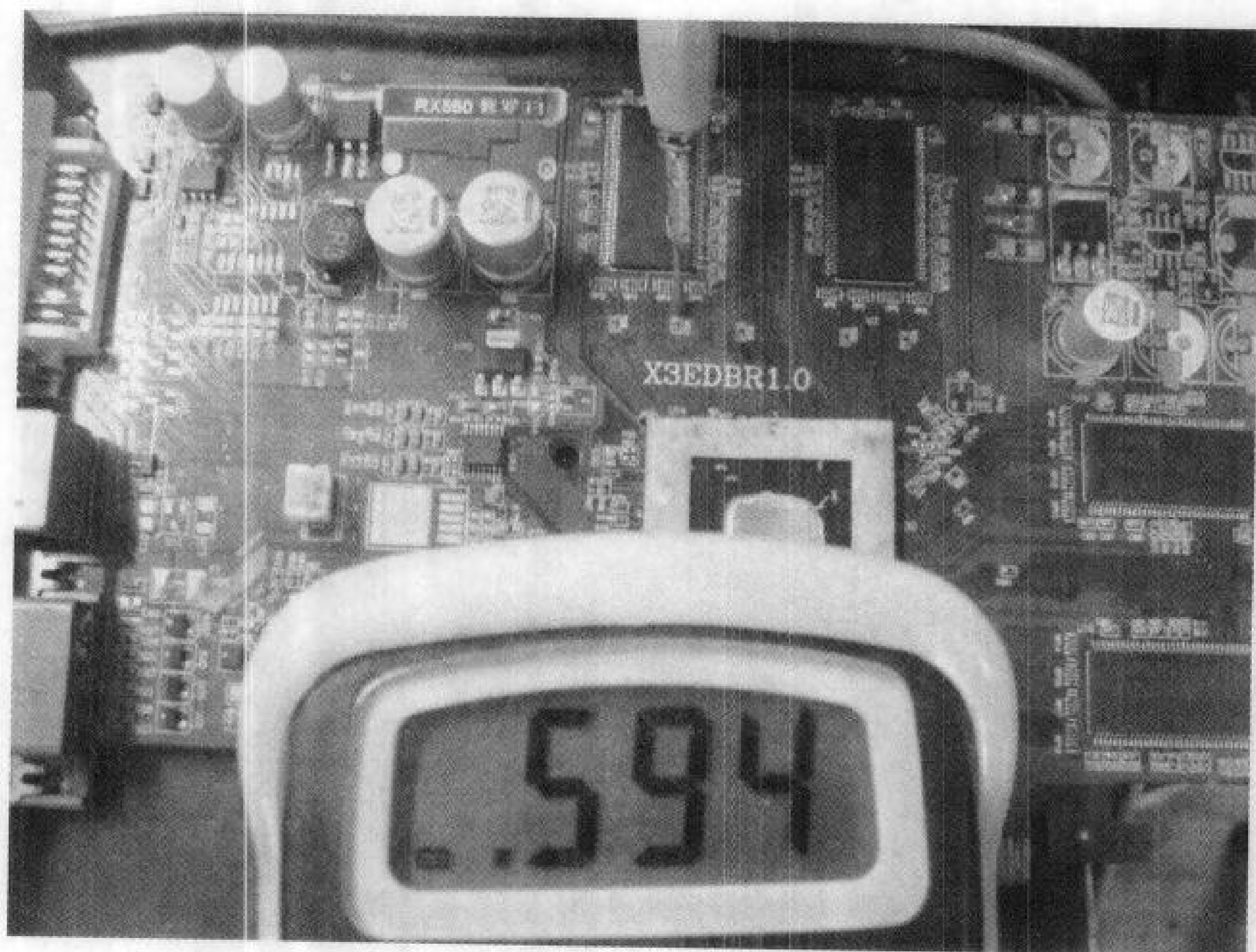


图5-91　值偏大

（9）有一个不正常，接着打电阻的靠近 GPU 一端，左边值为 356，如图 5-92 所示。

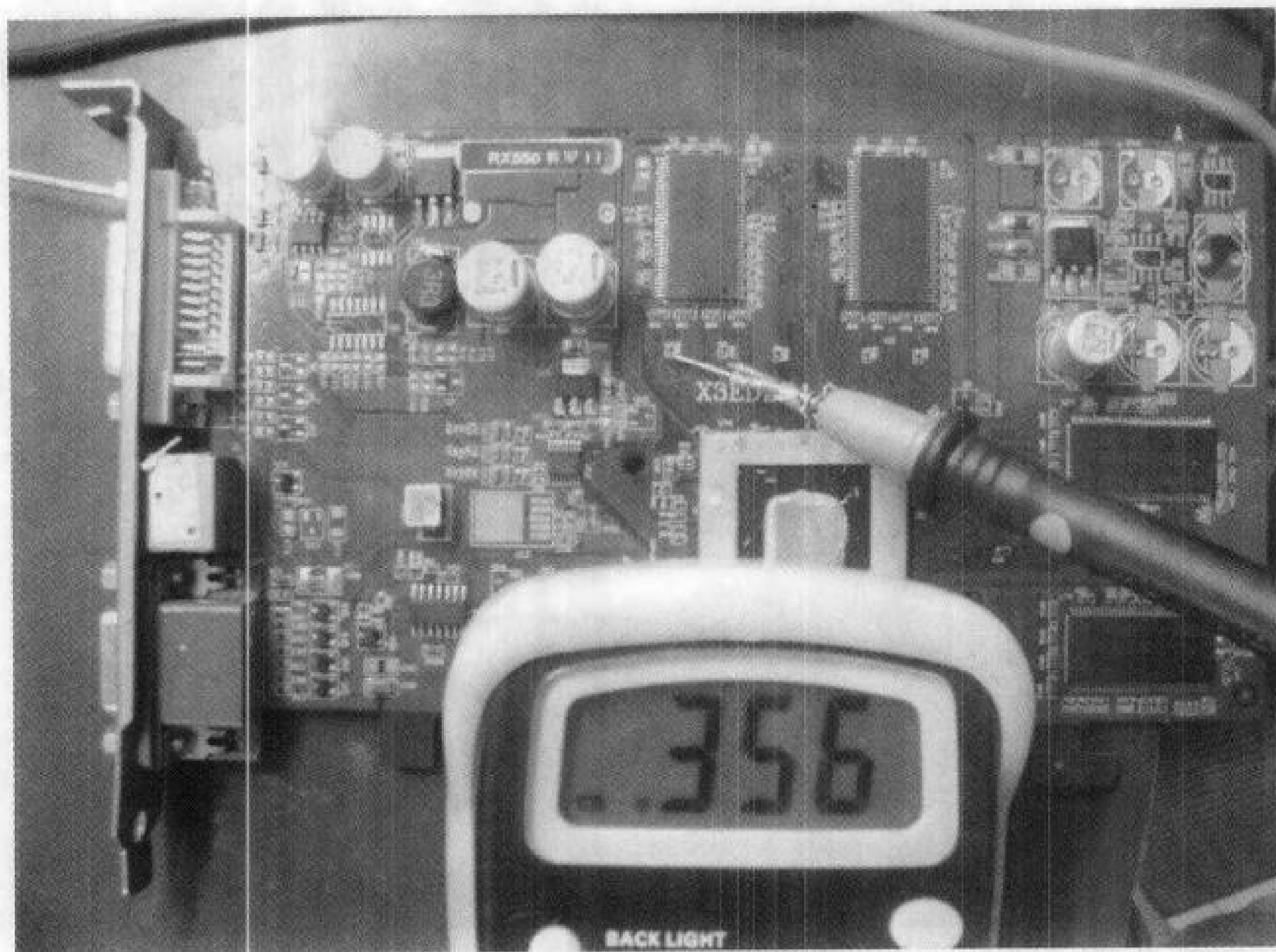


图 5-92　一端值 356

（10）右边值为 358，如图 5-93 所示。左、右值差不多，表示 GPU 这端没有问题。

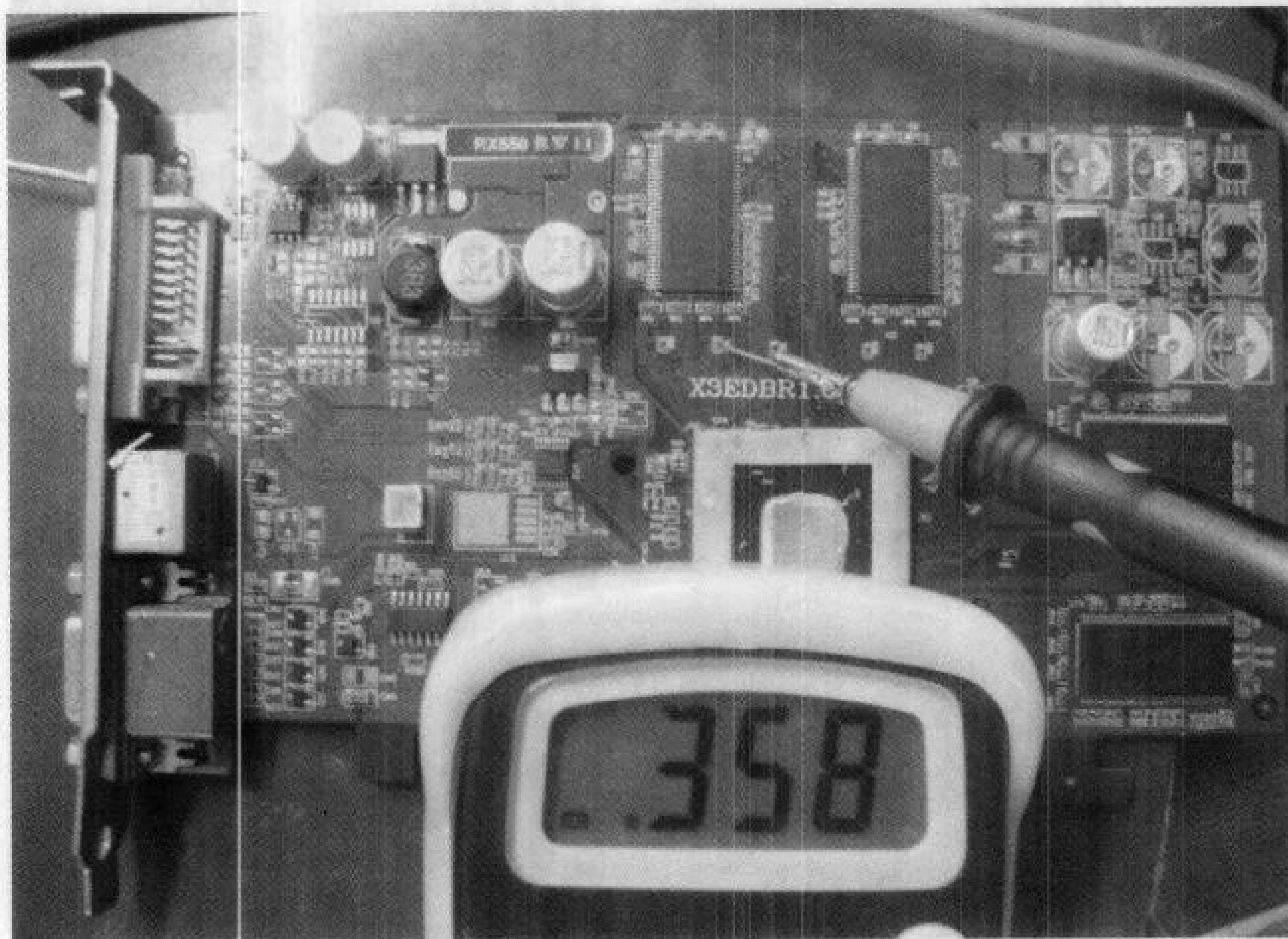


图 5-93　值正常

（11）由此可以怀疑是电阻问题，量左边的电阻值为 56Ω，如图 5-94 所示。

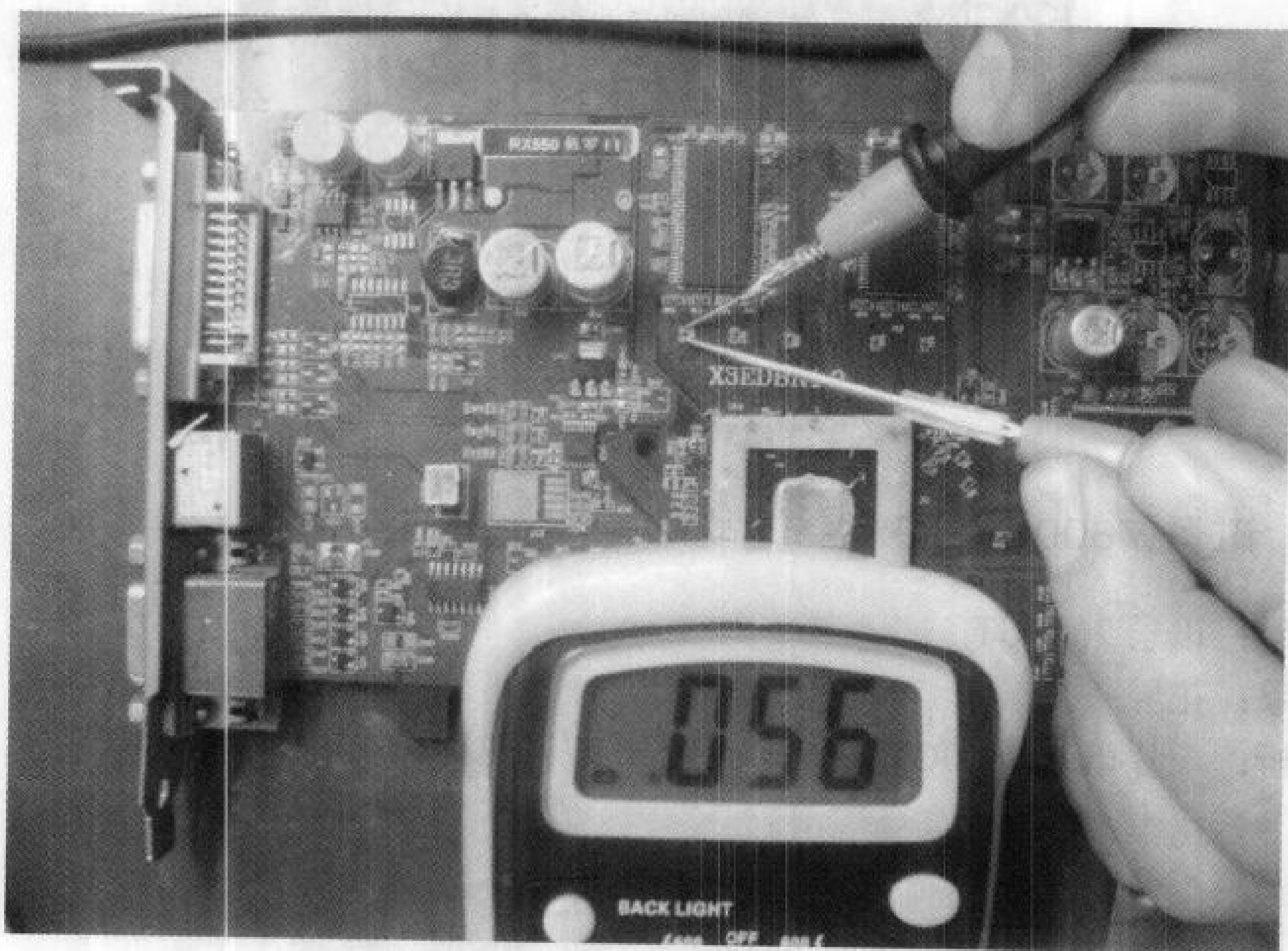


图 5-94　正常电阻 56Ω

（12）量右边的电阻为 1130Ω，如图 5-95 所示。

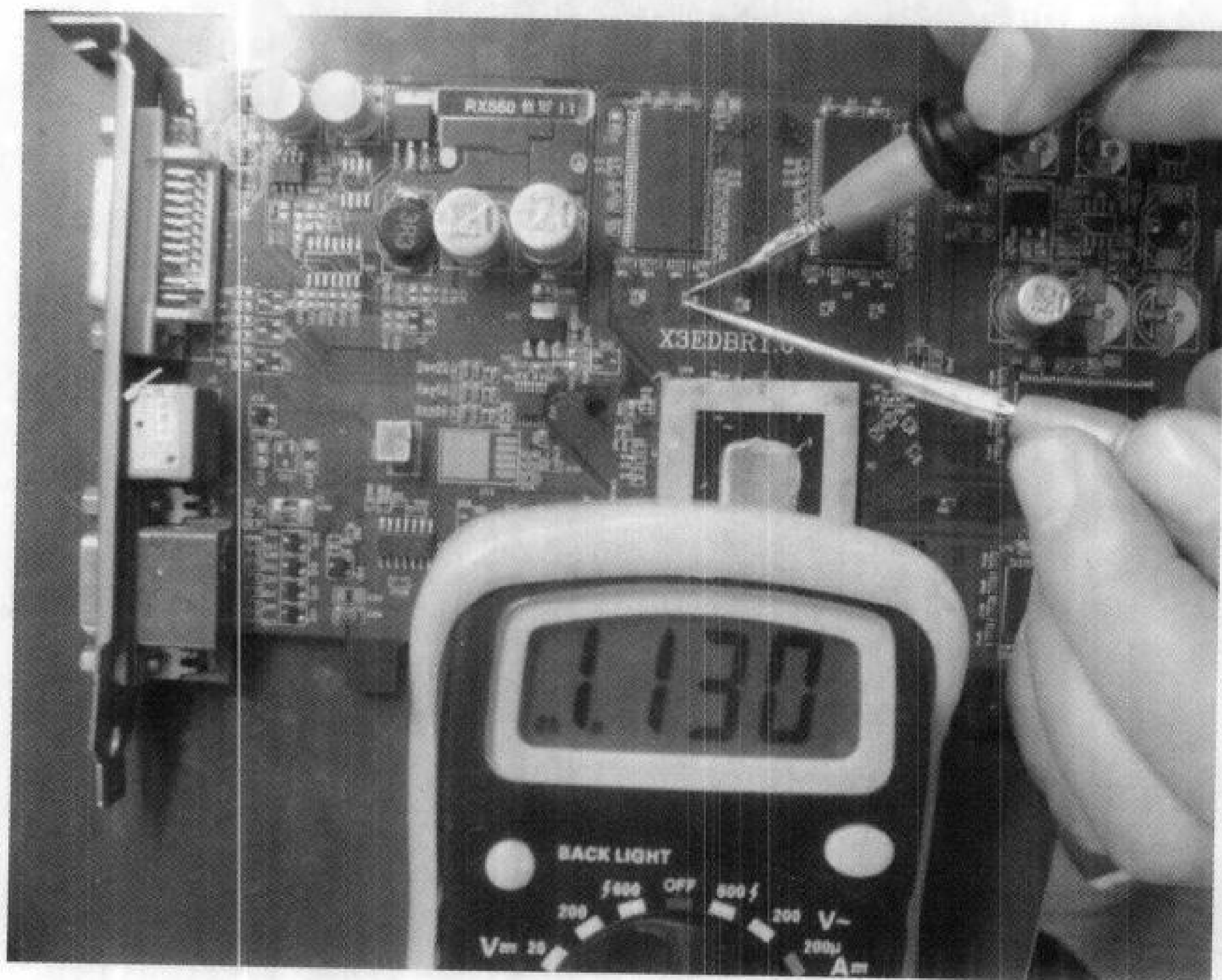


图 5-95　电阻坏了

（13）判断这个电阻坏了，更换一个后，检测通过，如图 5-96 所示。

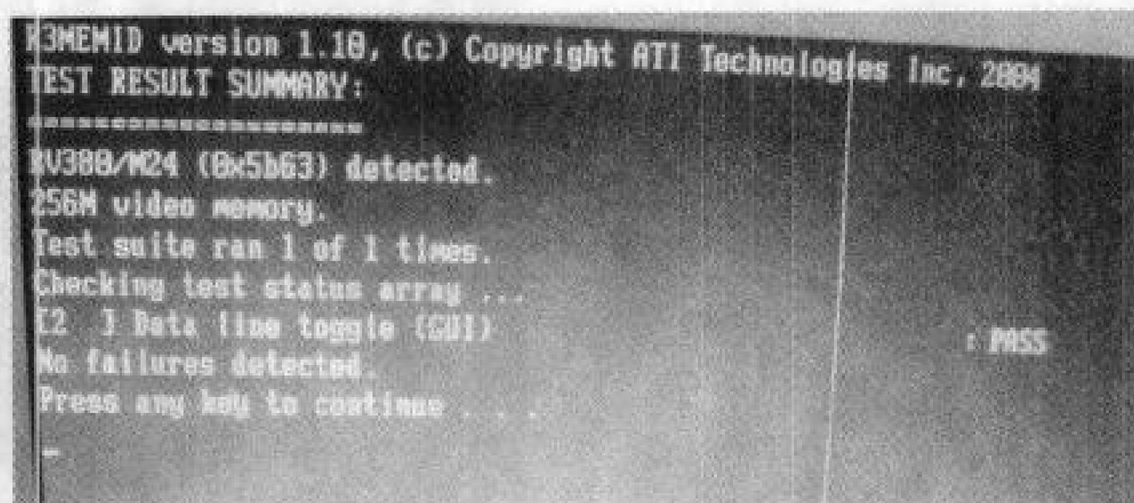


图 5-96　测试通过

5.2.6　讯景 7600GT 显卡空焊故障

显卡型号：讯景 7600GT

故障现象：花屏

故障分析：一片讯景 7600GT 显卡（见图 5-97）花屏。

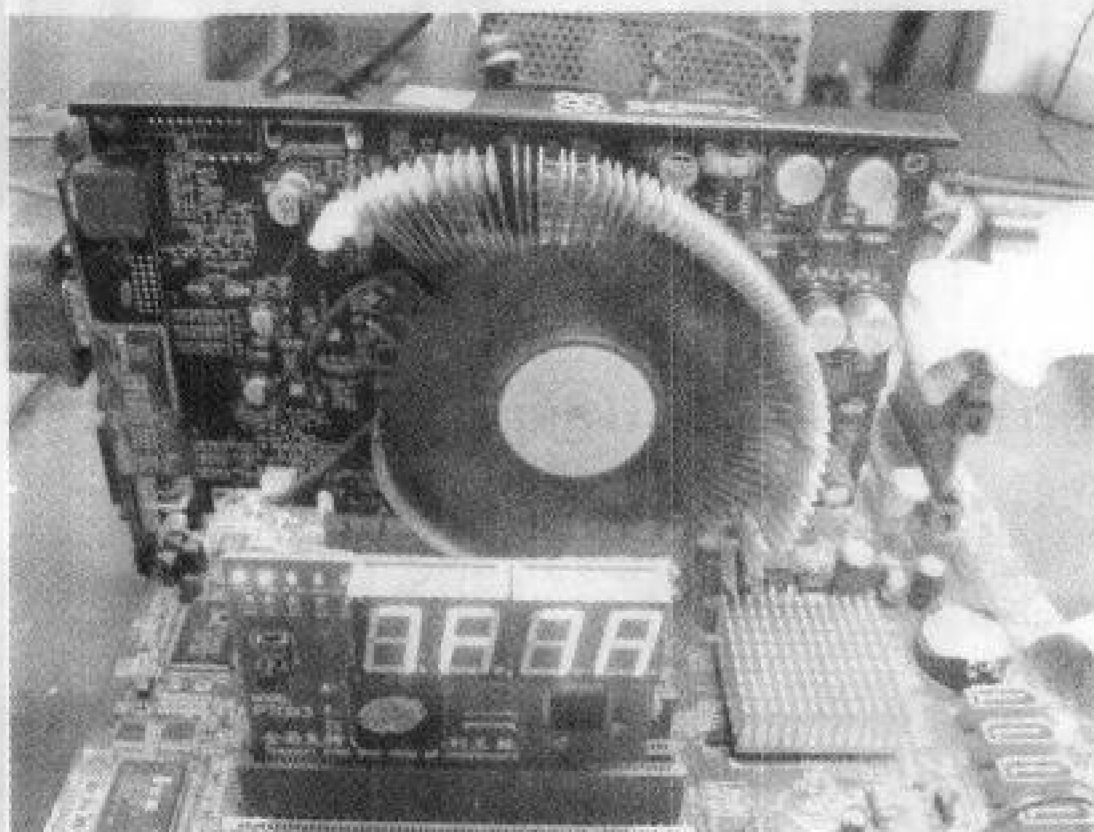


图 5-97　讯景 7600GT 显卡

（1）上机测试，发现花得不算严重，勉强可以辨认，如图 5-98 所示。

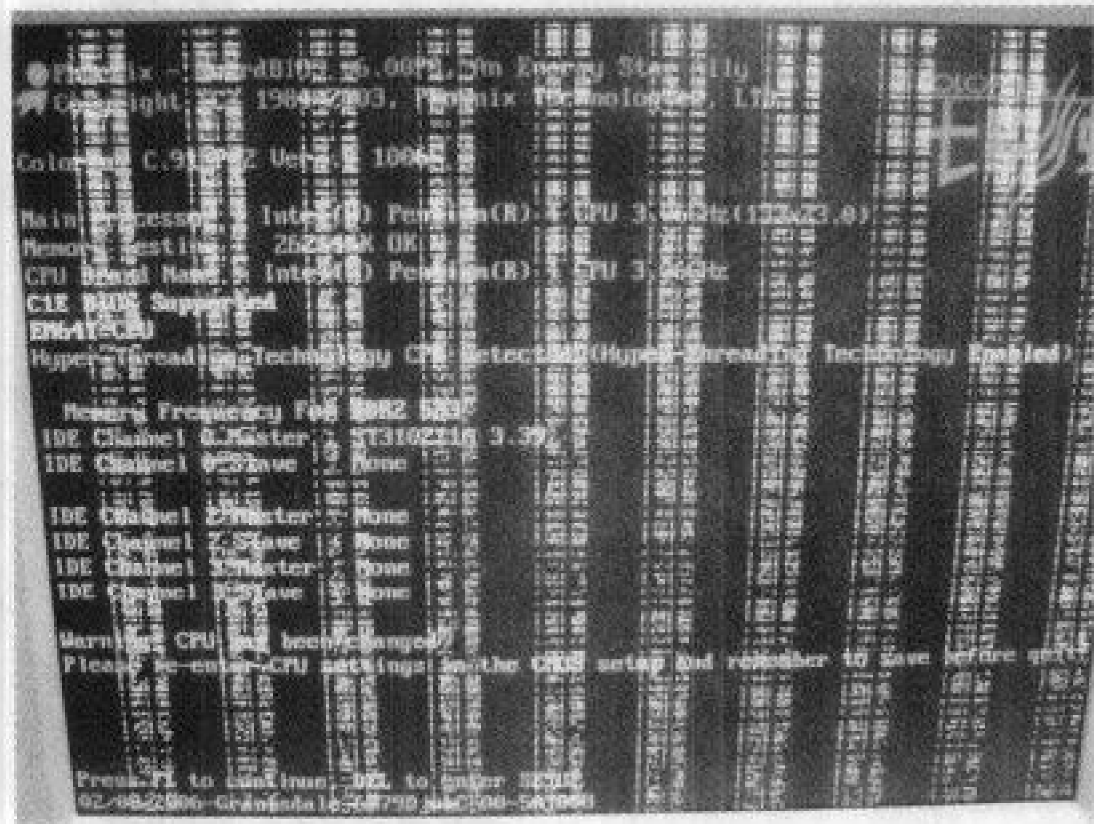


图 5-98　小花

（2）运行 MATS 测试，结果显示有报错，但看得不太清，如图 5-99 所示。

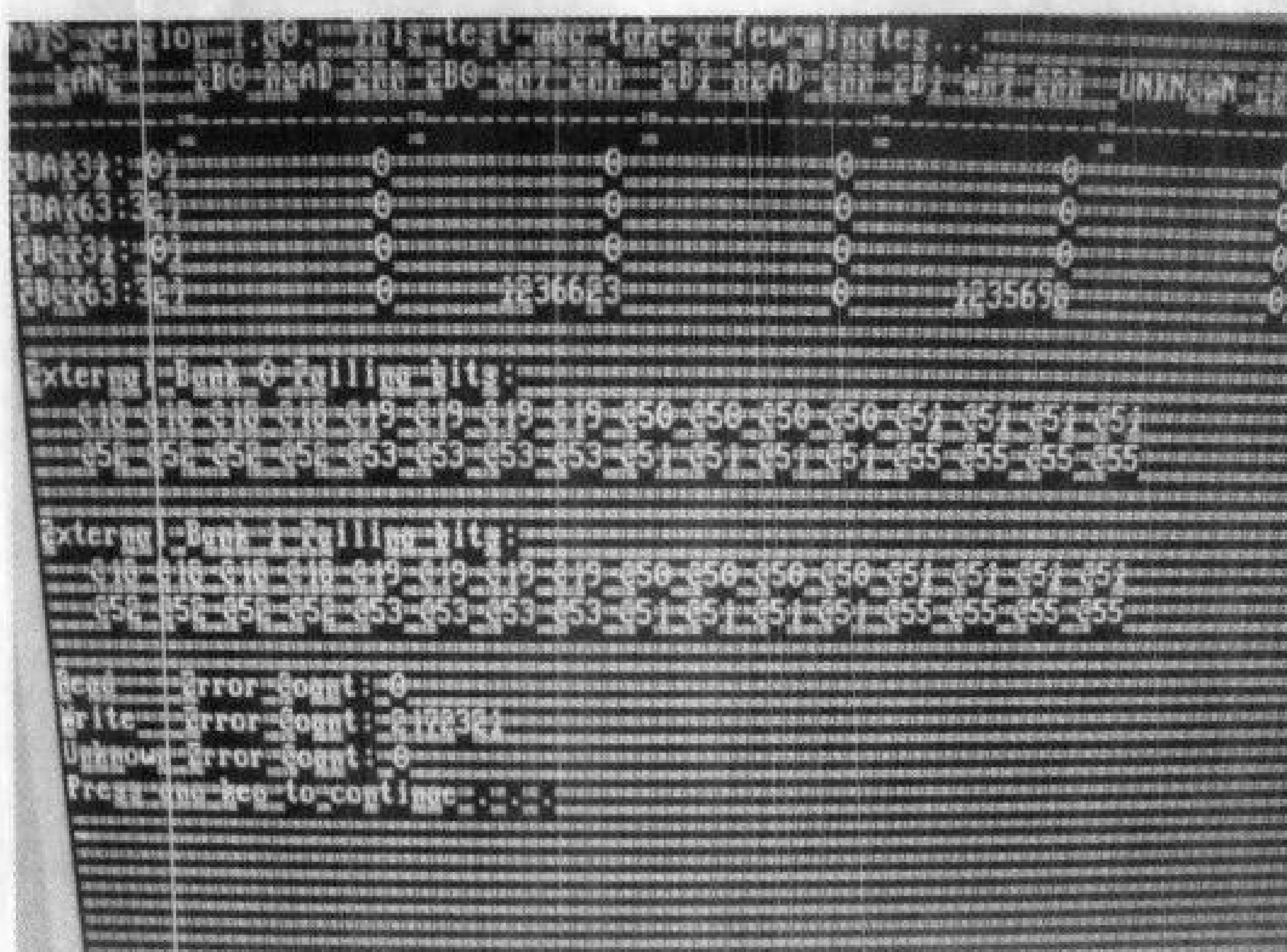


图 5-99 测试结果看不清

（3）用好的显卡启动，查看清晰的测试结果，显示 C 通道数据位 48～55 出错，如图 5-100 所示。

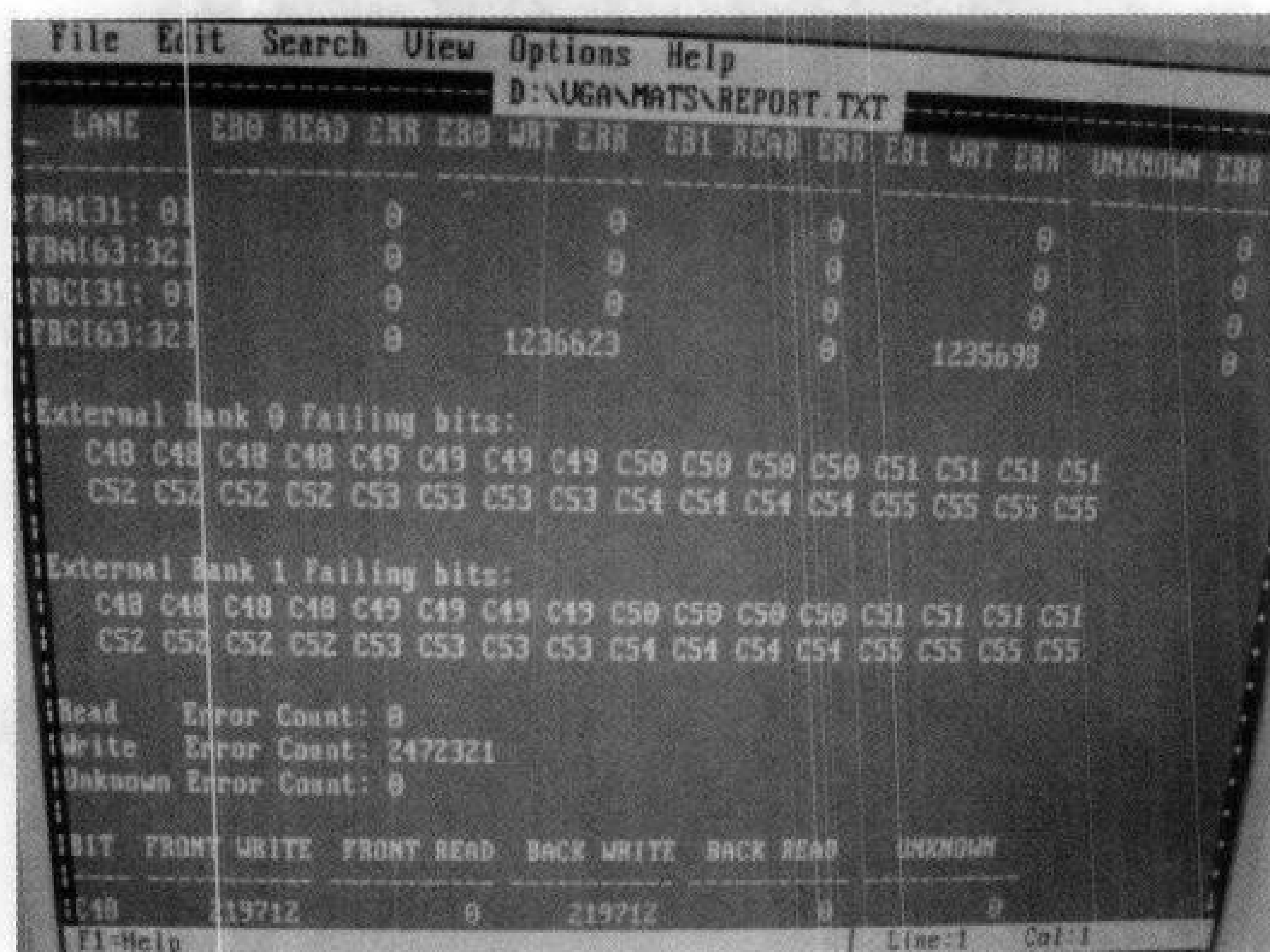


图 5-100 C 通道报错

（4）PCI-E 显卡 GPU 容易空焊。加焊前先拆除散热片，然后上焊膏。放到 BGA 返修台，调好位置，风嘴对准，温度设定好，如图 5-101 所示。

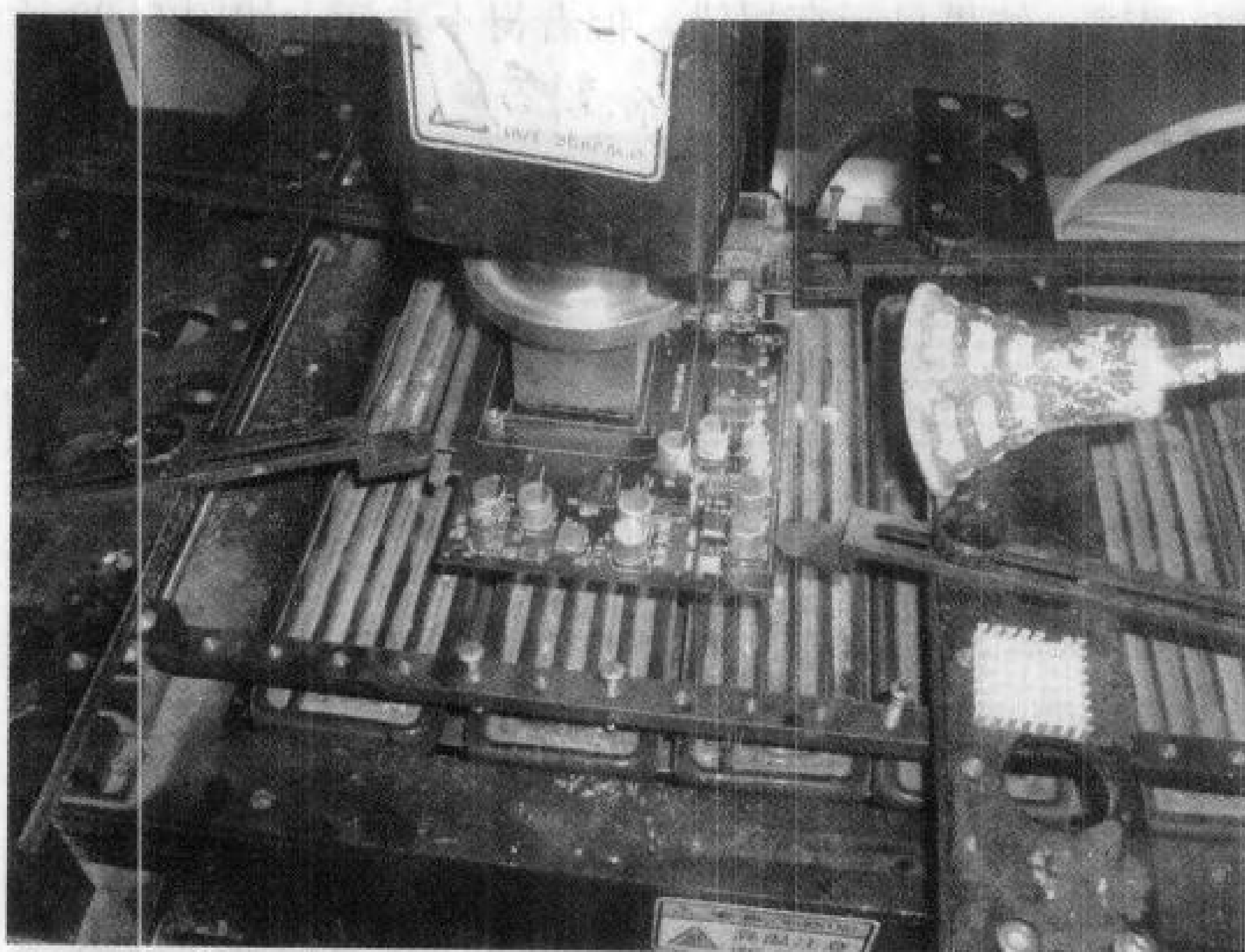


图 5-101　固定显卡

（5）5 分钟过去，焊接完成，并且程序测试通过，如图 5-102 所示。

```
  LANE      EB0 READ ERR  EB0 WRT ERR  UNKNOWN ERR
---------- ------------ ------------ -----------
FBA[31: 0]          0            0           0
FBA[63:32]          0            0           0
FBC[31: 0]          0            0           0
FBC[63:32]          0            0           0

 External Bank 0 Failing bits:
    None
 Read    Error Count: 0
 Write   Error Count: 0
 Unknown Error Count: 0

 D:\VGA\MATS>_
```

图 5-102　测试通过

总结：PCI-E 显卡空焊的问题太严重了。在显卡工作条件和基本信号都正常的情况下，如果能保证焊接成功率，可以优先加焊 GPU。

附录



GPU详细参数表

◎ ATI GPU 参数表

◎ nVIDIA GPU 参数表

◎ XGI GPU 参数表

◎ Matrox GPU 参数表

下面是大多数显卡的参数表。

A.1 ATI GPU 参数表

产品名称	GPU 芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特 性
9000 IGP	RC350	AGP	128MB UMA	300MHz	200MHz/64bit	2/2/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9000	RV250	AGP	64/128/256MB DDR	250MHz	200MHz/128bit	4x1/4x1/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9000 Pro(64bit)	RV250	AGP	64/128/256MB DDR	275MHz	275MHz/64bit	4x1/4x1/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9000 Pro	RV250	AGP	64/128/256MB DDR	275MHz	275MHz/128bit	4x1/4x1/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9100 IGP	RC350	AGP	128MB UMA	300MHz	200MHz/64bit	2/2/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9100 Pro IGP	RS350	AGP	128MB UMA	300MHz	200MHz/128bit	2/2/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9200 SE	RV280	AGP	64/128/256MB DDR	200MHz	166MHz/64bit	4/4/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9250(64bit)	RV280	AGP	64/128/256MB DDR	240MHz	200MHz/64bit	4/4/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
8500	R200	AGP	64MB DDR	250MHz	250MHz/128bit	4x2/4x2/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
8500 Pro	R200	AGP	64MB DDR	275MHz	275MHz/128bit	4x2/4x2/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9250	RV280	AGP	64/128/256MB DDR	240MHz	200MHz/128bit	4/4/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9200	RV280	AGP	64/128/256MB DDR	250MHz	200MHz/128bit	4/4/1	DX8.1，PS1.4，VS1.1
9550 SE	RV350	AGP	128/256MB DDR	250MHz	200MHz/64bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9600 SE	RV350/RV360	AGP	128MB DDR	325MHz	200MHz/64bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X300 SE	RV370	PCI-E	128MB DDR	325MHz	200MHz/64bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9550	RV350	AGP	128/256MB DDR	250MHz	200MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X300	RV370	PCI-E	128MB DDR	375MHz	200MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 SE AIW(128bit)	R350/R360	AGP	128MB DDR	325MHz	290MHz/128bit	4/4/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 SE (128bit)	R350/R360	AGP	128MB DDR	325MHz	290MHz/128bit	4/4/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9500 Non-Pro	R300	AGP	128MB DDR	275MHz	270MHz/256bit	4/4/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9600 Non-Pro	RV350/RV360	AGP	128/256MB DDR	325MHz	200MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9500 Pro	R300	AGP	128MB DDR	275MHz	270MHz/128bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X550	RV370	PCI-E	64/128/256MB DDR	400MHz	250MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9600 Pro	RV350/RV360	AGP	128MB DDR	400MHz	300MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X600 Pro AIW	RV380	PCI-E	128MB DDR	400MHz	300MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X600 Pro	RV380	PCI-E	128MB DDR	400MHz	300MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9600 Pro AIW	RV350/RV360	AGP	128MB DDR	400MHz	325MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 SE AIW	R350/R360	AGP	128MB DDR	325MHz	290MHz/256bit	4/4/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0

续表

产品名称	GPU 芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特 性
9800 SE	R350/R360	AGP	128MB DDR	325MHz	290MHz/256bit	4/4/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9600 XT	RV360	AGP	128/256MB DDR	500MHz	300MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9600 XT AIW	RV360	AGP	128/256MB DDR	500MHz	325MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 Pro (128bit)	R350/R360	AGP	128MB DDR	380MHz	340MHz/128bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X600 XT	RV380	PCI-E	128MB DDR	500MHz	370MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9700 Non-Pro	R300	AGP	128MB DDR	275MHz	270MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 VE	R420	AGP	256MB DDR	425MHz	400MHz/256bit	4/4/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X700	RV410	AGP	128/256MB DDR	400MHz	250MHz/128bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X700	RV410	PCI-E	128MB DDR	400MHz	300MHz/128bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9700 Pro AIW	R300	AGP	128MB DDR	325MHz	310MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9700 Pro	R300	AGP	128MB DDR	325MHz	310MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X700 Pro	RV410	PCI-E	256MB GDDR3	425MHz	430MHz/128bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X700 Pro	RV410	AGP	128/256MB DDR	425MHz	472MHz/128bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X700 XT	RV410	PCI-E	256MB GDDR3	475MHz	525MHz/128bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 Non-Pro	R350/R360	AGP	128MB DDR	325MHz	290MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 Pro AIW	R350/R360	AGP	128/256MB DDR	380MHz	340MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 Pro	R350/R360	AGP	128/256MB DDR	380MHz	340MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 Pro (DDR2)	R350	AGP	256MB DDR2	380MHz	350MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
9800 XT	R360	AGP	256MB DDR	412MHz	365MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 SE	R420	PCI-E	128/256MB DDR	425MHz	350MHz/256bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 SE	R420	AGP	256MB DDR	450MHz	400MHz/256bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 GT AIW	R423/R480	PCI-E	128MB GDDR3	400MHz	490MHz/128bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 GT	R423/R480	PCI-E	256MB GDDR3	475MHz	493MHz/256bit	8/8/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800	R430	PCI-E	128/256MB DDR	400MHz	350MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 GTO	R480/R423	PCI-E	128MB GDDR3	400MHz	400MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 GTO	R480	AGP	256MB GDDR3	400MHz	490MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 GTO	R480/R423	PCI-E	256MB GDDR3	400MHz	490MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 Pro	R420	AGP	256MB GDDR3	475MHz	450MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 Pro (VIVO)	R420	AGP	256MB GDDR3	475MHz	450MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X850 Pro	R480	PCI-E	256MB GDDR3	520MHz	540MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X850 Pro	R481	AGP	256MB GDDR3	507MHz	520MHz/256bit	12/12/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0

续表

产品名称	GPU 芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特 性
X800 XL AIW	R420	AGP	256MB GDDR3	400MHz	490MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 XL	R430	AGP	256MB GDDR3	400MHz	500MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 XL	R430	PCI-E	256/512MB GDDR3	400MHz	500MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 XT AIW	R420	AGP	256MB GDDR3	500MHz	500MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X1800 GTO	R520	PCI-E	256MB GDDR3	500MHz	495MHz/256bit	12/12/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X800 XT	R420	AGP	256MB GDDR3	500MHz	500MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 XT	R423	PCI-E	256MB GDDR3	500MHz	500MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 XT PE	R420	AGP	256MB GDDR3	520MHz	560MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X800 XT PE	R423	PCI-E	256MB GDDR3	520MHz	560MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X850 XT	R481	AGP	256MB GDDR3	520MHz	540MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X850 XT	R480	PCI-E	256MB GDDR3	520MHz	540MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X850 XT PE	R481	AGP	256MB GDDR3	540MHz	590MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X850 XT PE	R480	PCI-E	256MB GDDR3	540MHz	590MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS2.0，VS2.0
X1300	RV515	AGP	128MB DDR	450MHz	250MHz/128bit	4/12/2	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1300	RV515	PCI-E	128MB DDR	450MHz	250MHz/128bit	4/12/2	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1300 Pro	RV515	AGP	128MB GDDR3	600MHz	400MHz/128bit	4/12/2	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1300 Pro	RV515	PCI-E	128MB GDDR3	600MHz	400MHz/128bit	4/12/2	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1600 Pro	RV530	AGP	256MB GDDR3	500MHz	390MHz/128bit	4/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1600 Pro	RV530	PCI-E	256MB GDDR3	500MHz	390MHz/128bit	4/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1600 Pro	RV530	PCI-E	256/512MB GDDR3	500MHz	390MHz/128bit	4/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1600 XT	RV530	PCI-E	256MB GDDR3	590MHz	690MHz/128bit	4/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1800 XL AIW	R520	PCI-E	256MB GDDR3	500MHz	500MHz/256bit	16/16/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1800 XL	R520	PCI-E	256MB GDDR3	500MHz	500MHz/256bit	16/16/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1800 XT	R520	PCI-E	256MB GDDR3	625MHz	750MHz/256bit	16/16/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1800 XT 512MB	R520	PCI-E	512MB GDDR3	625MHz	750MHz/256bit	16/16/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1900 GT	R580	PCI-E	256MB GDDR3	575MHz	600MHz/256bit	12/36/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1900 AIW	R580	PCI-E	256MB GDDR3	500MHz	480MHz/256bit	16/48/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1900 XT	R580	PCI-E	512MB GDDR3	625MHz	725MHz/256bit	16/48/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1900 XTX	R580	PCI-E	512MB GDDR3	650MHz	775MHz/256bit	16/48/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1950 Pro	RV570	AGP	256/512MB GDDR3	575MHz	690MHz/256bit	12/36/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1950 Pro	RV570	PCI-E	256MB GDDR3	575MHz	690MHz/256bit	12/36/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0

续表

产品名称	GPU芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特　性
X1950 XTX	R580	PCI-E	512MB GDDR4	650MHz	1000MHz/256bit	16/48/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1900 GT	R580	PCI-E	256MB GDDR3	575MHz	600MHz/256bit	12/36/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
X1950 XT	R580	PCI-E	512MB GDDR4	650MHz	1000MHz/256bit	16/48/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
HD 2900 XT	R600	PCI-E	512MB GDDR3	740MHz	825MHz/512bit	16 x2/320	DX10.0，PS4.0
HD 2600 XT	RV630	PCI-E	256/512MB GDDR3	800MHz	1100MHz/128bit	2x 4/120	DX10.0，PS4.0
HD 2400 XT	RV610	PCI-E	256/512MB GDDR3	700MHz	800MHz/64bit	2x 4/40	DX10.0，PS4.0
HD 2900 XT 1GB	R600	PCI-E	1024MB GDDR4	740MHz	825MHz/512bit	16 x2/320	DX10.0，PS4.0
HD 3850	RV670	PCI-E	512/1024MB GDDR3/4	670MHz	830MHz/256bit	16/320	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 3870	RV670	PCI-E	512/1024MB GDDR3/4	775MHz	1125MHz/256bit	16/320	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 3870 X2	RV670	PCI-E	2x 512MB GDDR3	825MHz	900MHz/256bit	2x 16/2x 320	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 2400 Pro	RV610	PCI-E	256/512MB DDR2	525MHz	400MHz/64bit	2x 4/40	DX10.0，PS4.0
HD 2600 Pro	RV630	PCI-E	256/512MB DDR2	600MHz	1000MHz/128bit	8/120	DX10.0，PS4.0
HD 2900 Pro	R600	PCI-E	512/1024MB GDDR3/4	600MHz	800MHz/512bit	16 x2/320	DX10.0，PS4.0
X1550	RV515	PCI-E	256/512MB DDR2/GDDR3	600MHz	330MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS3.0，VS3.0
HD 4850	RV 770	PCI-E	512MB GDDR3	625MHz	993MHz/256bit	16/800	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 4870	RV 770	PCI-E	512MB GDDR5	750MHz	900MHz/256bit	16/800	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 2900 GT	R600	PCI-E	256MB GDDR3	600MHz	800MHz/256bit	12 x2/240	DX10.0，PS4.0
HD 2350	RV610	PCI-E	256MB DDR2	525MHz	400MHz/64bit	2x 4/40	DX10.0，PS4.0
HD 3430	RV 620 LE	PCI-E	256/512MB DDR2	600MHz	500MHz/64bit	4/40	DX10.1，PS4.1
HD 3450	RV 620 LE	PCI-E	256/512MB DDR2	600MHz	500MHz/64bit	4/40	DX10.1，PS4.1
HD 3470	RV 620 Pro	PCI-E	256/512MB DDR2/GDDR3	800MHz	950MHz/64bit	4/40	DX10.1，PS4.1
HD 3650	RV 635	PCI-E	256/512/1024MB DDR2/GDDR3	800MHz	950MHz/128bit	4/120	DX10.1，PS4.1
HD 3830	RV670	PCI-E	256MB GDDR3	668MHz	828MHz/128bit	16/320	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 3850 X2	RV670	PCI-E	2x 512MB GDDR3	668MHz	828MHz/256bit	2x 16/2x 320	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 3100 IGP (AMD 780V)	RS780C	PCI-E	System SharedMB DDR2	300MHz	0MHz/0bit	4/40	DX10.1，PS4.1
HD 3200 IGP (AMD 780G)	RS780	PCI-E	System SharedMB DDR2	500MHz	0MHz/0bit	4/40	DX10.1，PS4.1
HD 3300 IGP (AMD 790GX)	RS780D	PCI-E	64/128/256+128MB DDR2/GDDR3	700MHz	0MHz/0bit	4/40	DX10.1，PS4.1

续表

产品名称	GPU芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特　性
HD 4550	RV710	PCI-E	256/512MB GDDR3	600MHz	800MHz/64bit	4/40	DX10.1，PS4.1
HD 4650	RV730	PCI-E	256/512MB DDR2	600MHz	500MHz/128bit	8/320	DX10.1，PS4.1
HD 4670	RV730	PCI-E	512/1024MB DDR2/GDDR3	750MHz	900MHz/128bit	8/320	DX10.1，PS4.1
HD 4850 X2	RV 770	PCI-E	2x 1024MB GDDR3	625MHz	995MHz/256bit	2x 16/2x 800	DX10.1，PS4.1，VS4.1
HD 4870 X2	RV 770	PCI-E	2x 1024MB GDDR5	700MHz	900MHz/256bit	2x 16/2x 800	DX10.1，PS4.1，VS4.1

A.2 nVIDIA GPU 参数表

产品名称	GPU芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特　性
Ti 4200	NV25	AGP	64MB DDR	250MHz	250MHz/128bit	4/2/2	DX8.1，PS1.3，VS1.1
Ti 4200 8x	NV28	AGP	128MB DDR	250MHz	256.5MHz/128bit	4/2/2	DX8.1，PS1.3，VS1.1
Ti 4400	NV25	AGP	128MB DDR	275MHz	275MHz/128bit	4/2/2	DX8.1，PS1.3，VS1.1
Ti 4800 SE	NV28	AGP	128MB DDR	275MHz	275MHz/128bit	4/2/2	DX8.1，PS1.3，VS1.1
Ti 4600	NV25	AGP	128MB DDR	300MHz	325MHz/128bit	4/2/2	DX8.1，PS1.3，VS1.1
Ti 4800	NV28	AGP	128MB DDR	300MHz	325MHz/128bit	4/2/2	DX8.1，PS1.3，VS1.1
FX 5200 SE/XT	NV34	AGP	128MB DDR	250MHz	166MHz/64bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5200	NV34	AGP	128MB DDR	250MHz	166MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5200 Ultra	NV34	AGP	128MB DDR	325MHz	325MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
PCX 5300	NV34	PCI-E	128/256MB DDR	325MHz	325MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5500	NV34	AGP	128/256MB DDR	270MHz	200MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX5600 SE/XT	NV31	AGP	128MB DDR	235MHz	200MHz/64bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5600	NV31	AGP	128MB DDR	325MHz	275MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5600 Ultra Rev.1	NV31	AGP	128MB DDR	350MHz	350MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5600 Ultra Rev.2	NV31	AGP	128MB DDR	400MHz	400MHz/128bit	4/4/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5700 VE	NV36	AGP	128MB DDR	300MHz	250MHz/64bit	4/4/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5700 LE	NV36	AGP	128MB DDR	250MHz	200MHz/128bit	4/4/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5700	NV36	AGP	128MB DDR	425MHz	275MHz/128bit	4/4/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5700 Ultra (DDR2)	NV36	AGP	128MB DDR2	475MHz	450MHz/128bit	4/4/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5700 Ultra	NV36	AGP	128MB GDDR3	475MHz	450MHz/128bit	4/4/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0

续表

产品名称	GPU芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特性
PCX 5750	NV36	PCI-E	128/256MB DDR	475MHz	450MHz/128bit	4/4/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5800	NV30	AGP	128/256MB DDR2	400MHz	400MHz/128bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5800 Ultra	NV30	AGP	128/256MB DDR2	500MHz	500MHz/128bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5900 ZT	NV35	AGP	128/256MB DDR	325MHz	350MHz/256bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
PCX 5900	NV35	PCI-E	128/256MB DDR	350MHz	275MHz/256bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5900 SE/XT	NV35	AGP	128/256MB DDR	400MHz	350MHz/256bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5900	NV35	AGP	128/256MB DDR	400MHz	425MHz/256bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5900 Ultra	NV35	AGP	128/256MB DDR	450MHz	425MHz/256bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
FX 5950	NV38	AGP	128/256MB DDR	475MHz	475MHz/256bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
PCX 5950	NV38	PCI-E	128/256MB DDR	475MHz	475MHz/256bit	4x2/4x2/3	DX9.0，PS2.0，VS2.0
6200	NV44A	AGP	128MB DDR	300MHz	250MHz/128bit	4/4/3	DX9.0C，PS2.0，VS2.0
6200	NV44A	AGP	256MB DDR	300MHz	250MHz/128bit	4/4/3	DX9.0C，PS2.0，VS2.0
6200	NV43	AGP	128MB DDR	300MHz	275MHz/128bit	4/4/3	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6200	NV43	PCI-E	128MB DDR	300MHz	275MHz/128bit	4/4/3	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7300 GS	G72	PCI-E	128/256MB DDR2	550MHz	400MHz/64bit	4/4/3	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6600	NV43	PCI-E	128MB DDR	300MHz	275MHz/128bit	8/8/3	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6600 GT	NV43	AGP	128MB GDDR3	500MHz	450MHz/128bit	8/8/3	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6600 GT	NV43	PCI-E	128MB GDDR3	500MHz	500MHz/128bit	8/8/3	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 LE	NV40	AGP	128/256MB DDR	300MHz	350MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 LE	NV40	PCI-E	128/256MB GDDR3	325MHz	300MHz/256bit	8/8/4	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800	NV40	AGP	256MB DDR	325MHz	350MHz/256bit	12/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800	NV40	PCI-E	256MB DDR	325MHz	350MHz/256bit	12/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 XT	NV40/NV42	PCI-E	256MB DDR	325MHz	700MHz/256bit	8/4/4	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 GS	NV40	AGP	256MB GDDR3	350MHz	500MHz/256bit	12/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 GS	NV42	PCI-E	256MB GDDR3	425MHz	500MHz/256bit	12/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 GT	NV40	AGP	256MB GDDR3	350MHz	500MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 GT	NV40	PCI-E	256MB GDDR3	350MHz	500MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 Ultra	NV40	AGP	256MB GDDR3	400MHz	550MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 Ultra	NV40	PCI-E	256/512MB GDDR3	400MHz	550MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS3.0，VS3.0

续表

产品名称	GPU 芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特　性
6800 Ultra Extreme	NV40	AGP	256MB GDDR3	450MHz	550MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS3.0，VS3.0
6800 Ultra Extreme	NV40	PCI-E	256MB GDDR3	450MHz	550MHz/256bit	16/16/6	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7300 GT	G73	PCI-E	256MB DDR2	350MHz	333MHz/128bit	8/8/4	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7300 GT	G73	PCI-E	256MB GDDR3	500MHz	700MHz/128bit	8/8/4	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7600 GS	G73	PCI-E	256MB DDR2	400MHz	800MHz/128bit	8/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7600 GT	G73	PCI-E	256MB GDDR3	560MHz	700MHz/128bit	8/12/5	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7800 GS	G70	AGP	256MB GDDR3	375MHz	300MHz/256bit	8/16/6	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7800 GT	G70	PCI-E	256MB GDDR3	400MHz	500MHz/256bit	16/20/7	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7800 GS+	G71	AGP	512MB GDDR3	450MHz	625MHz/256bit	16/8/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7800 GTX	G70	PCI-E	256MB GDDR3	430MHz	600MHz/256bit	16/24/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7800 GTX 512MB	G70	PCI-E	512MB GDDR3	550MHz	850MHz/256bit	16/24/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7900 GS	G71	PCI-E	512MB GDDR3	450MHz	660MHz/256bit	16/24/7	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7900 GT	G71	PCI-E	256MB GDDR3	450MHz	660MHz/256bit	16/24/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7950 GT	G71	PCI-E	512MB GDDR3	570MHz	700MHz/256bit	16/24/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7900 GTO	G71	PCI-E	512MB GDDR3	650MHz	690MHz/256bit	16/24/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7900 GTX	G71	PCI-E	512MB GDDR3	650MHz	800MHz/256bit	16/24/8	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7900 GX2	G71	PCI-E	512(x2) MB GDDR3	500MHz	600MHz/256bit	16(x2)/24(x2)/8(x2)	DX9.0，PS3.0，VS3.0
7950 GX2	G71	PCI-E	512 (x2)MB GDDR3	500MHz	600MHz/256bit	16(x2)/24(x2)/8(x2)	DX9.0，PS3.0，VS3.0
8800 GTS 320MB	G80	PCI-E	320MB GDDR3	513MHz	800MHz/320bit	20/96	DX10.0，PS4.0，VS4.0
8800 GTS 640MB	G80	PCI-E	640MB GDDR3	500MHz	800MHz/320bit	20/96	DX10.0，PS4.0，VS4.0
8800 GTX	G80	PCI-E	768MB GDDR3	575MHz	900MHz/384bit	24/128	DX10.0，PS4.0，VS4.0
8800 Ultra	G80	PCI-E	768MB GDDR3	612MHz	1080MHz/384bit	24/128	DX10.0，PS4.0，VS4.0
8600 GTS	G84	PCI-E	256/512MB GDDR3	675MHz	1000MHz/128bit	8/32	DX10.0，PS4.0
8600 GT	G84	PCI-E	256/512MB GDDR3	540MHz	700MHz/128bit	8/32	DX10.0，PS4.0
8500 GT	G86	PCI-E	256MB GDDR3	450MHz	400MHz/128bit	4/16	DX10.0，PS4.0
8800 GT	G92	PCI-E	256/512MB GDDR3	600MHz	900MHz/256bit	16/112	DX10.0，PS4.0，VS4.0
8800 GTS 512MB	G92	PCI-E	512MB GDDR3	650MHz	970MHz/256bit	16/128	DX10.0，PS4.0，VS4.0

\续表

产品名称	GPU 芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特 性
8400 GS	G86	PCI-E	256MB GDDR2	450MHz	400MHz/64bit	4/16	DX10.0，PS4.0
9600 GT	G94	PCI-E	512MB GDDR3	650MHz	900MHz/256bit	16/64	DX10.0，PS4.0，VS4.0
9800 GTX	G92	PCI-E	512MB GDDR3	675MHz	1100MHz/256bit	16/128	DX10.0，PS4.0，VS4.0
9800 GX2	G92	PCI-E	2x 512MB GDDR3	600MHz	1000MHz/256bit	2x 16/2x 128	DX10.0，PS4.0，VS4.0
8800 GS	G92	PCI-E	384/768MB GDDR3	550MHz	800MHz/192bit	12/96	DX10.0，PS4.0，VS4.0
9600 GSO	G92	PCI-E	384MB GDDR3	550MHz	800MHz/192bit	12/96	DX10.0，PS4.0，VS4.0
GTX 280	GT 200	PCI-E	1024MB GDDR3	602MHz	1107MHz/512bit	32/240	DX10.0，PS4.0，VS4.0
GTX 260	GT 200/G200b	PCI-E	896MB GDDR3	576MHz	999MHz/448bit	28/192 或 216	DX10.0，PS4.0，VS4.0
9800 GTX+	G92	PCI-E	512MB GDDR3	738MHz	1100MHz/256bit	16/128	DX10.0，PS4.0，VS4.0
GTX 285	G200b	PCI-E	1024MB GDDR3	648MHz	1242MHz/512bit	32/240	DX10，PS4.0
GTX 295	G200b	PCI-E	896 x 2MB GDDR3	576MHz	999MHz/448bit	32/240 x 2	DX10，PS4.0
9800 GT	G92	PCI-E	256/512MB GDDR3	600MHz	900MHz/256bit	16/112	DX10.0，PS4.0，VS4.0
GTS 250	G92	PCI-E	512MB GDDR3	738MHz	1100MHz/256bit	16/128	DX10.0，PS4.0，VS4.0
GTS 240	G92	PCI-E	512MB GDDR3	675MHz	972MHz/256bit	16/112	DX10.0，PS4.0，VS4.0

A.3 XGI GPU 参数表

产品名称	GPU 芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特 性
V5	XG41	AGP	256MB DDR	325MHz	325MHz/128bit	4x2/4x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
V5(DDR2)	XG41	AGP	256MB DDR2	325MHz	450MHz/128bit	4x2/4x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
V5 Ultra	XG41	AGP	256MB DDR	350MHz	375MHz/128bit	4x2/4x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
V5Ultra(DDR2)	XG41	AGP	256MB DDR2	350MHz	500MHz/128bit	4x2/4x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
V8	XG40	AGP	256MB DDR	300MHz	325MHz/128bit	8x2/8x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
V8 (DDR2)	XG40	AGP	256MB DDR2	300MHz	450MHz/128bit	8x2/8x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
V8 Ultra	XG40	AGP	256MB DDR	350MHz	375MHz/128bit	8x2/8x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
V8Ultra(DDR2)	XG40	AGP	256MB DDR2	350MHz	500MHz/128bit	8x2/8x2/2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
Duo V5 Ultra	XG41	AGP	256MB DDR	350MHz	375MHz/256bit	4x2x2/4x2x2/2x2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
Duo V5 Ultra(DDR2)	XG41	AGP	256MB DDR2	350MHz	500MHz/256bit	4x2x2/4x2x2/2x2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
Duo V8 Ultra	XG40	AGP	256MB DDR	350MHz	375MHz/256bit	4x2x2/4x2x2/2x2	DX9.0，PS2.0，VS2.0
Duo V8 Ultra(DDR2)	XG40	AGP	256MB DDR2	350MHz	500MHz/256bit	4x2x2/4x2x2/2x2	DX9.0，PS2.0，VS2.0

A.4 Matrox GPU 参数表

产品名称	GPU 芯片	总线	显存容量及种类	核心频率	显存频率/总线宽度	光栅处理器/像素着色器/顶点着色器	特 性
Parhelia-LX	Parhelia-LX	AGP	128MB DDR	250MHz	250MHz/128bit	2x4/2x4/2	DX8.1，PS1.3，VS2.0
Parhelia 128MB OEM	Parhelia-512	AGP	128MB DDR	200MHz	250MHz/256bit	4x4/4x4/4	DX8.1，PS1.3，VS2.0
Parhelia 128MB Retail	Parhelia-512	AGP	128MB DDR	220MHz	275MHz/256bit	4x4/4x4/4	DX8.1，PS1.3，VS2.0
Parhelia PCI	Parhelia-512	PCI	256MB DDR	200MHz	250MHz/256bit	4x4/4x4/4	DX8.1，PS1.3，VS2.0
Parhelia 256MB Retail	Parhelia-512	AGP	256MB DDR	200MHz	250MHz/256bit	4x4/4x4/4	DX8.1，PS1.3，VS2.0

附录B

显存命名规则

- ◎ Samsung（三星）显存命名规则
- ◎ Hynix（海力士）显存命名规则
- ◎ Qimonda（奇梦达）显存命名规则
- ◎ 其他品牌显存命名规则

在显卡上面看到的每一个显存颗粒上都会有一串编号，虽然并没有直接标出显存的容量，但还是可以从编号上读出显存容量、速度、位宽、带宽等参数信息。下面针对目前市面上最常见的几种显存颗粒简要地介绍它们编号中的关键数字。

B.1 Samsung（三星）显存命名规则

三星的显存，无论什么封装、什么类型、GDDR1/2/3/4 都采用了同一套命名体系，三星 DDR1 显存编号定义图如图 B-1 所示。

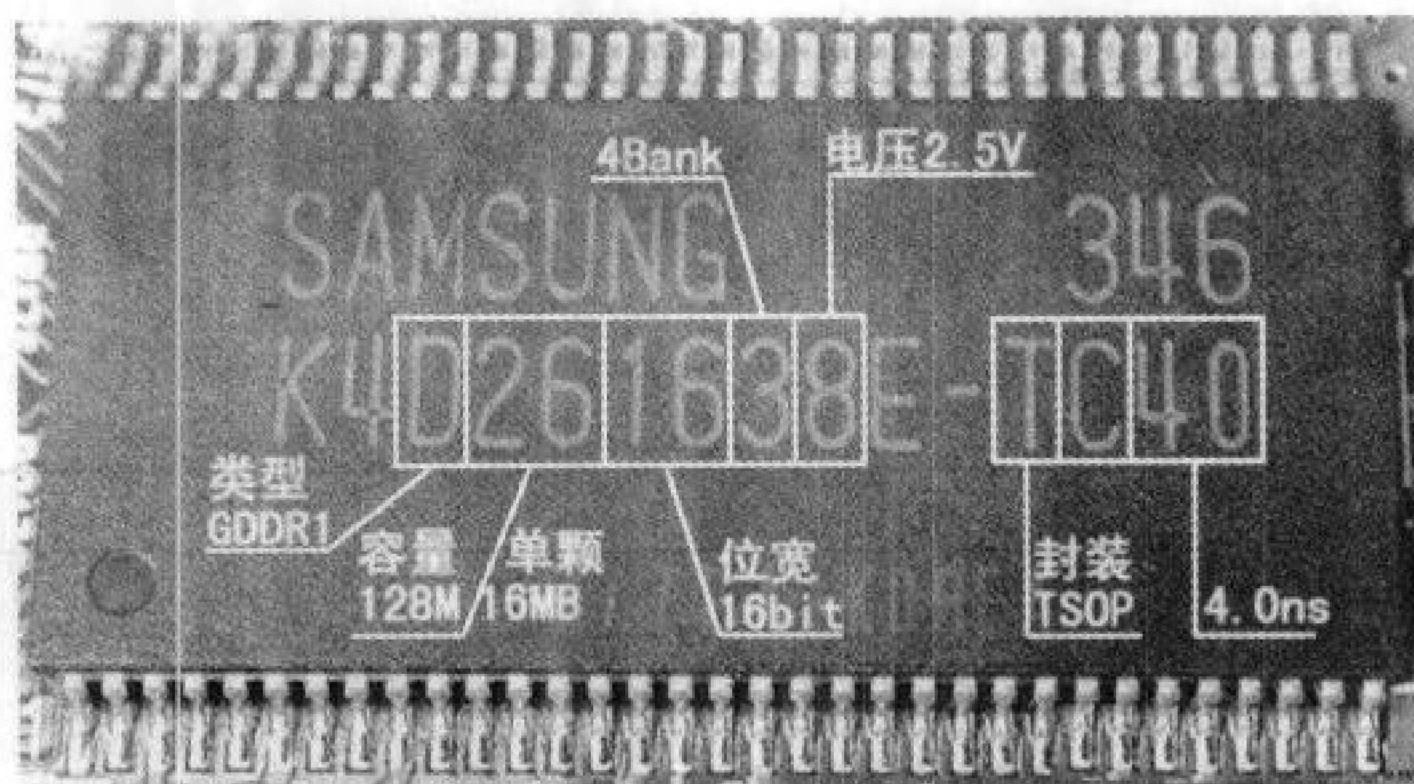


图 B-1　三星 DDR1 显存

三星显存详细命名规则如图 B-2 所示。

通过对比规格定义表，我们就能容易的辨别出如图 B-3 所示显存的规格。



图 B-3　三星 DDR3 显存

第 1、2 位 K4 是三星显存的固定前缀。

第 3 位 J 代表 GDDR3 显存。

第 4、5 位代表 512Mbit，除以 8 就是 64MB（1B=8bit）。

第 6、7 位 32 代表数据位宽是 32bit。

第 8 位 4 代表 8Bank。

第 9 位 Q 代表理论电压是 1.8±0.1V。

K	4	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

1. Memory(K)

2.DRAM:4

3. Small Classification（类型）
D：GDDR SDRAM
N：GDDR2 SDRAM
J：GDDR3 SDRAM
U：GDDR4 SDRAM

4～5. Density, Refresh（密度，刷新同期）
26：128M, 4K/32ms　　28：128M, 4K/64ms
51：512M, 8K/64ms　　52：512M, 8K/32ms
54：256M, 16K/16ms　　55：256M, 4K/32ms
56：256M, 8K/64ms　　62：64M, 2K/16ms
64：64M, 4K/64ms

6～7. Organization（位宽）
16×16　　32×32

8. Bank
2：2Bank　　3：4Bank
4：8Bank

9. Interface, VDD, VDDQ（接口类型）
2：LVTTL, 3.3V, 3.3V
4：LVTTL, 2.5V, 2.5V
5：SSTL2, 1.8V, 1.8V, LP
6：SSTL2, 1.5V, 1.5V
8：SSTL2, 2.5V, 2.5V
A：SSTL2, 2.5V, 1.8V
H：SSTL2, 3.3V, 2.5V
Q：SSTL2, 1.8V, 1.8V
R：SSTL2, 2.8V, 2.8V

10. Generation（颗粒版本）
M：1st Generation（第1版）　　A：2nd Generation（第2版）
B：3rd Generation（第3版）　　C：4th Generation（第4版）
E：5th Generation（第5版）　　F：7th Generation（第7版）
G：8th Generation（第8版）　　H：9th Generation（第9版）
I：10th Generation（第10版）　　K：12th Generation（第12版）

11. "—"

12. Package（封装）
Q：TQFP
U：TQFP（无铅）
G：84/144ball FBGA
Z：84ball FBGA（无铅）
V：144ball FBGA（无铅）
A：136ball FBGA
B：136ball FBGA（无铅）
T：TSOP
L：TSOP（无铅）
J：FBGA（DDP）
E：FBGA（DDP,无铅）

13. Temp, Power（温度，功率）
C：Commercial Normal（常规电压版）
L：CommercialLow（低电压版）

14～15. Speed (Wafer/Chip Biz/BGD:00)（速度）
06：0.625ns（1600MHz）
07：0.714ns（1400MHz）
7A：0.77ns（1300MHz）
08：0.83ns（1200MHz）
09：0.91ns（1100MHz）
18：0.95ns（1050MHz）
1A：1.0ns（1000MHz）
11：1.1ns（900MHz）
12：1.25ns（800MHz）
14：1.429ns（700MHz）
16：1.667ns（600MHz）
18：1.818ns（550MHz）
20：2.0ns（500MHz）
22：2.2ns（450MHz）
25：2.5ns（400MHz）
2A：2.86ns（350MHz）
2C：2.66ns（375MHz）
33：3.3ns（300MHz）
36：3.6ns（275MHz）
40：4ns（250MHz）
45：4.5ns（222MHz）
50/5A：5ns（200MHz）
55：5.5ns（183MHz）
60：6ns（166MHz）

图 B-2　三星命名规则

第 10 位 H 代表是第九个版本。

第 11 位—没什么意义。

第 12 位 H 代表封装技术（最新的工艺代码）。

第 13 位 J 是新定义的字母，表示比 C 的工作电压略有提高，是 1.9±0.1V。

第 14 位 08 是时钟周期为 0.8ns。

右上角的 843 代表意思是 2008 年第 43 周生产的。

三星显存的编号中，最重要的其实就是第 4～5、6～7 四位数字和最后两位数字。4、5 位数字代表显存容量，6、7 位数字就是单颗显存的位宽，最后两位是显存速度。

B.2 Hynix（海力士）显存命名规则

Hynix（海力士）内存为原来的现代内存，2001 年更名为海力士，其命名方式和三星比较相似，但它们的代号有很多不同之处。海力士 DDR2 显存编号如图 B-4 所示。

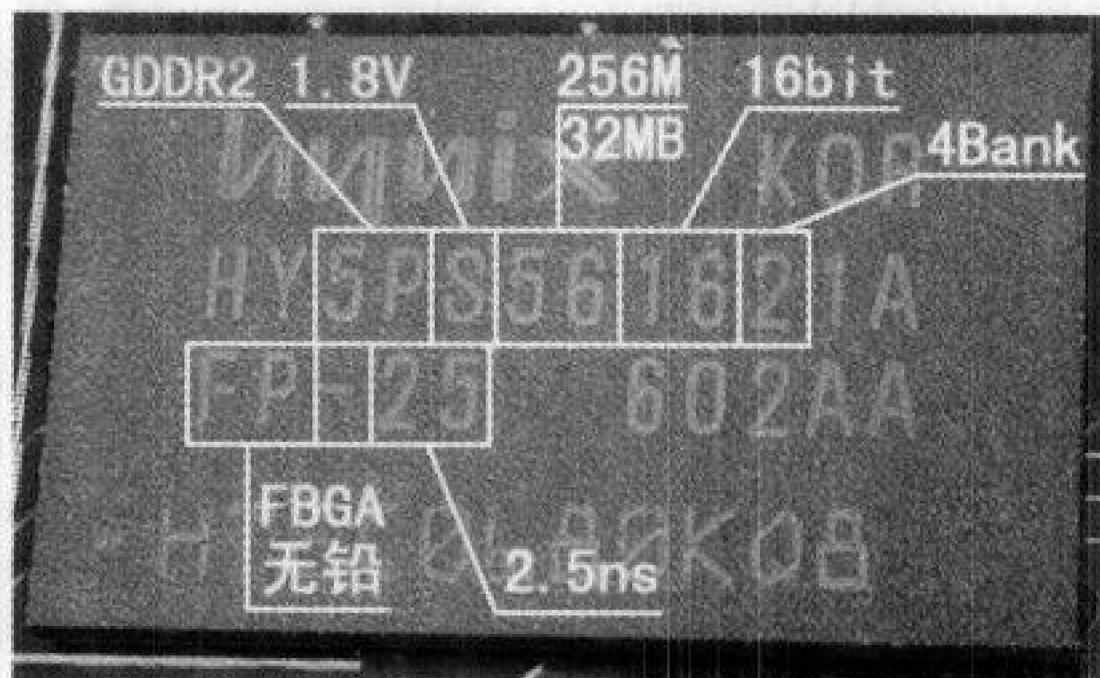


图 B-4 海力士 DDR2 显存

海力士显存详细命名规则如图 B-5 所示。

下面以 8 颗显存的 GTS250 DDR3 为例，来分析一下它的规格，如图 B-6 所示。

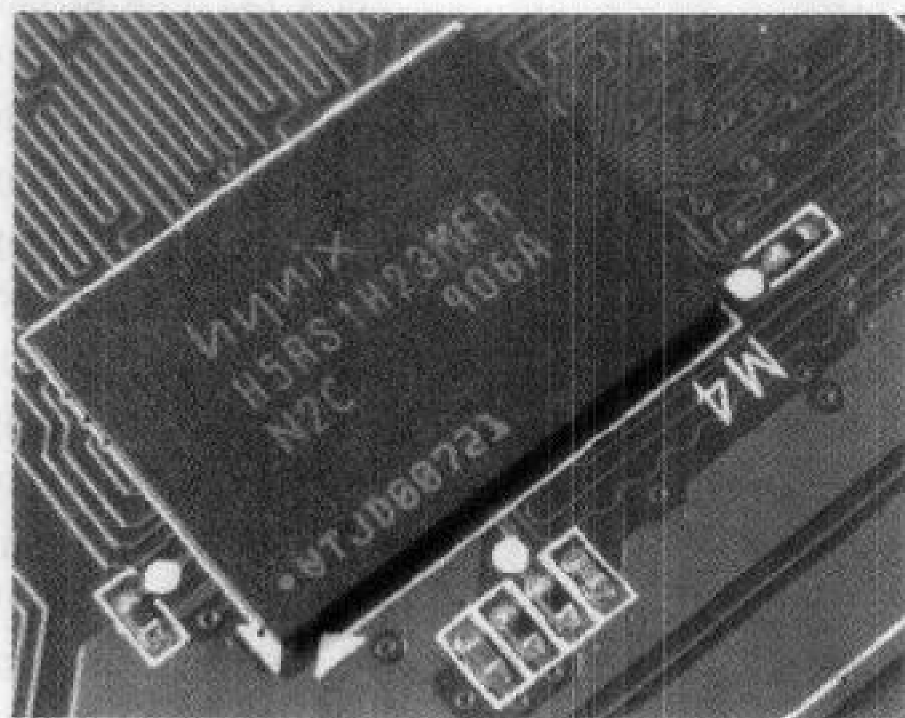
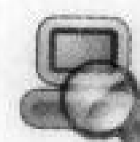


图 B-6 海力士 DDR3 显存

第 1 位 H 代表海力士的品牌。

第 2 位 5 代表 DRAM 内存、显存的意思。



X 5 X X XX X X X X X - XX X

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

HYNIX MEMORY

PRODUCT FAMILY（产品分类）

5：DRAM

PRODUCT MODE（类型）

D：DDR SDRAM
P：DDR2 SDRAM
T：DDR3 SDRAM
R：GDDR3 SDRAM
F：GDDR4 SDRAM
G：GDDR5 SDRAM

POWER SUPPLY CODE（供电）

V：VDD=3.3V & VDDQ=3.3V
A：VDD=3.3V & VDDQ=2.5V
Y：VDD=3.0V & VDDQ=3.0V
U：VDD=2.5V & VDDQ=2.5V
W：VDD=2.5V & VDDQ=1.8V
S：VDD=1.8V & VDDQ=1.8V
Q：VDD=1.5V & VDDQ=1.5V
R：VDD=1.2V & VDDQ=1.2V

DENSITY & REFRESH CODE（密度和刷新）

16：16M/4K REF/64ms
32：32M/4K REF/64ms
64：64M/4K REF/64ms
12：128M/4K REF/64ms
25：256M/8K REF/64ms
26：256M/4K REF/64ms
27：256M/4K REF/32ms
51：512M/8K REF/64ms
52：512M/8K REF/32ms
53：512M/4K REF/64ms
1G：1G/8K REF/32ms
1H：1G/8K REF/64ms
2G：2G/8K REF/64ms
4G：4G/8K REF/64ms

ORGANIZATION CODE（位宽）

6：x16
2：x32
A：x64

NUMBER of BANKS（Bank数）

1：2Bank
2：4Bank
3：8Bank
4：16Bank
5：32Bank

OPERATION TEMPERATURE（工作温度和功率）& POWER CONSUMPTION

C：Commercial Temp & Normal Power（正常温度和正常功率）
E：Extended Temp① & Normal Power（扩展温度和正常功率）
I：Industrial Temp② & Normal Power（工业温度和正常功率）
L：Commercial Temp & Low Power（正常温度和低功率）
G：Extended Temp① & Low Power（扩展温度和低功率）
J：Industrial Temp② & Low Power（工业温度和低功率）

SPEED（速度）

60：166MHz	18：550MHz	N7：1.75GHz
55：183MHz	16：600MHz	N8：1.8GHz
50：200MHz	14：700MHz	T0：2.0GHz
43：233MHz	12：800MHz	T1：2.25GHz
40：250MHz	11：900MHz	T2：2.5GHz
36：275MHz	N0：1.0GHz	T3：2.75GHz
33：300MHz	N1：1.1GHz	R0：3.0GHz
28：350MHz	N2：1.2GHz	
26：385MHz	N3：1.3GHz	
25：400MHz	N4：1.4GHz	
22：450MHz	N5：1.5GHz	
20：500MHz	N6：1.6GHz	

PACKAGE MATERIAL（封闭材料）

L：Leaded（有铅）
P：Lead free（无铅）
R：Lead & Halogen free（无铅无卤）

PACKAGE TYPE（封装类型）

T：TSOP II
F：FBGA(Wire Bond)
M：FBGA/DDP(Dual Die PKG)
H：FBGA/QDP(Quad Die PKG)
J：FBGA(Filp Chip)

DIE GENERATION（DIE版本）

M：1st Gen（第1版）	D：5th Gen（第5版）
A：2nd Gen（第2版）	E：6th Gen（第6版）
B：3nd Gen（第3版）	F：7th Gen（第7版）
C：4th Gen（第4版）	G：8th Gen（第8版）

Note. ① Extended Temperature：-25～85℃
② Industrial Temperature：-40～85℃

图 B-5 海力士显存命名规则

第 3 位 R 代表 GDDR3 显存类型。

第 4 位 S 代表理论电压 1.8V±0.1V。

第 5、6 位 1H 代表单颗容量 1Gbit/8=128MB。

第 7 位的 2 代表位宽是 32bit。

第 8 位的 3 代表 8Banks。

第 9 位 M 代表第一个版本。

第 10 位 F 代表 FBGA 封装。

第 11 位 R 代表无铅 ROHS。

第 12、13 位 N2 代表理论显存频率 1.2GHz。

第 14 位 C 表示工作温度和电压。

右下角的 906A 代表是 2009 年第 6 周生产。

B.3 Qimonda（奇梦达）显存命名规则

英飞凌的显存相信很多人并不陌生，而奇梦达是 2006 年 5 月 1 日由英飞凌存储部门重组之后的新品牌，因此新出货的显存全部是奇梦达的产品，只不过是改名换姓而已。虽然奇梦达 Qimonda 2009 年 1 月 23 日宣布破产，但现在的市场上还有它的产品，该显存的命名规则如图 B-7 所示。

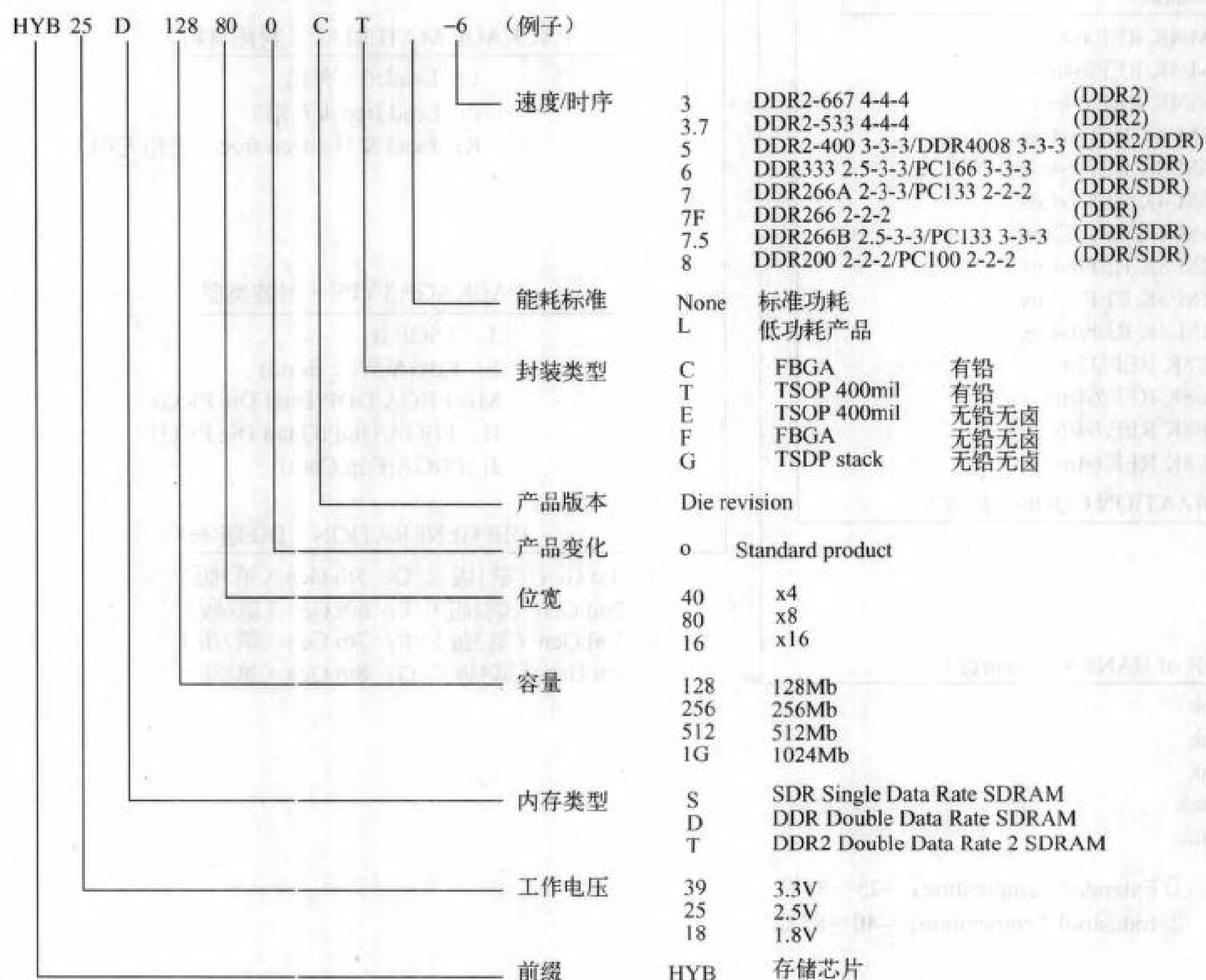


图 B-7 奇梦达显存命名规则



下面以奇梦达显存颗粒实物图进行说明，如图 B-8 所示。

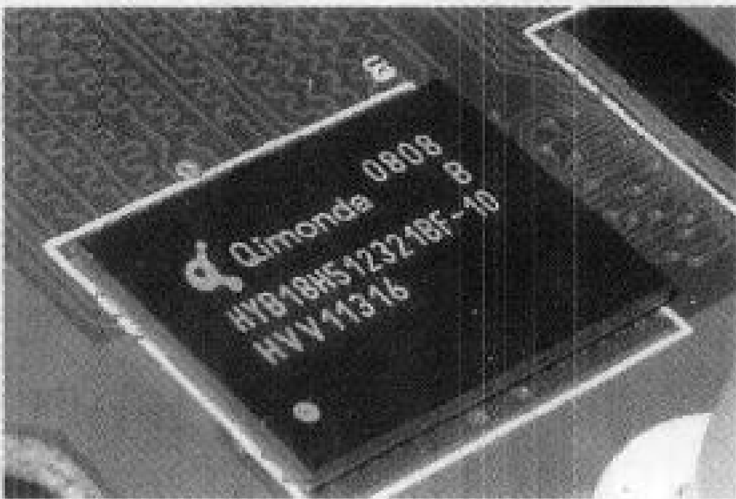


图 B-8　奇梦达 DDR3 显存

第 1、2、3 位：HYB 代表奇梦达显存。

第 4、5 位：显存电压是 1.8±0.1V。

第 6 位：H 显存类型是 GDDR3。

第 7、8、9 位：显存容量是 512Mbit=64MB。

第 10、11 位：单颗位宽，数字是多少就是多少位。

第 12、13 位：表示显存的改进版本。

第 14 位：F 代表显存封装类型，F=FBGA，并通过 RoHS 认证。

第 15 位：这里省略了，某些产品才有的不同的电源电压代码。

最后的数字是显存速度。

B.4　其他品牌显存命名规则

除了三星、海力士、奇梦达之外，还有一些其他品牌的显存颗粒，但这些颗粒现在已经越来越罕见了，渐渐淡出了市场，这里不再详细说明，仅提供命名规则资料

尔必达（ELPIDA）显存命名规则如图 B-9 所示。

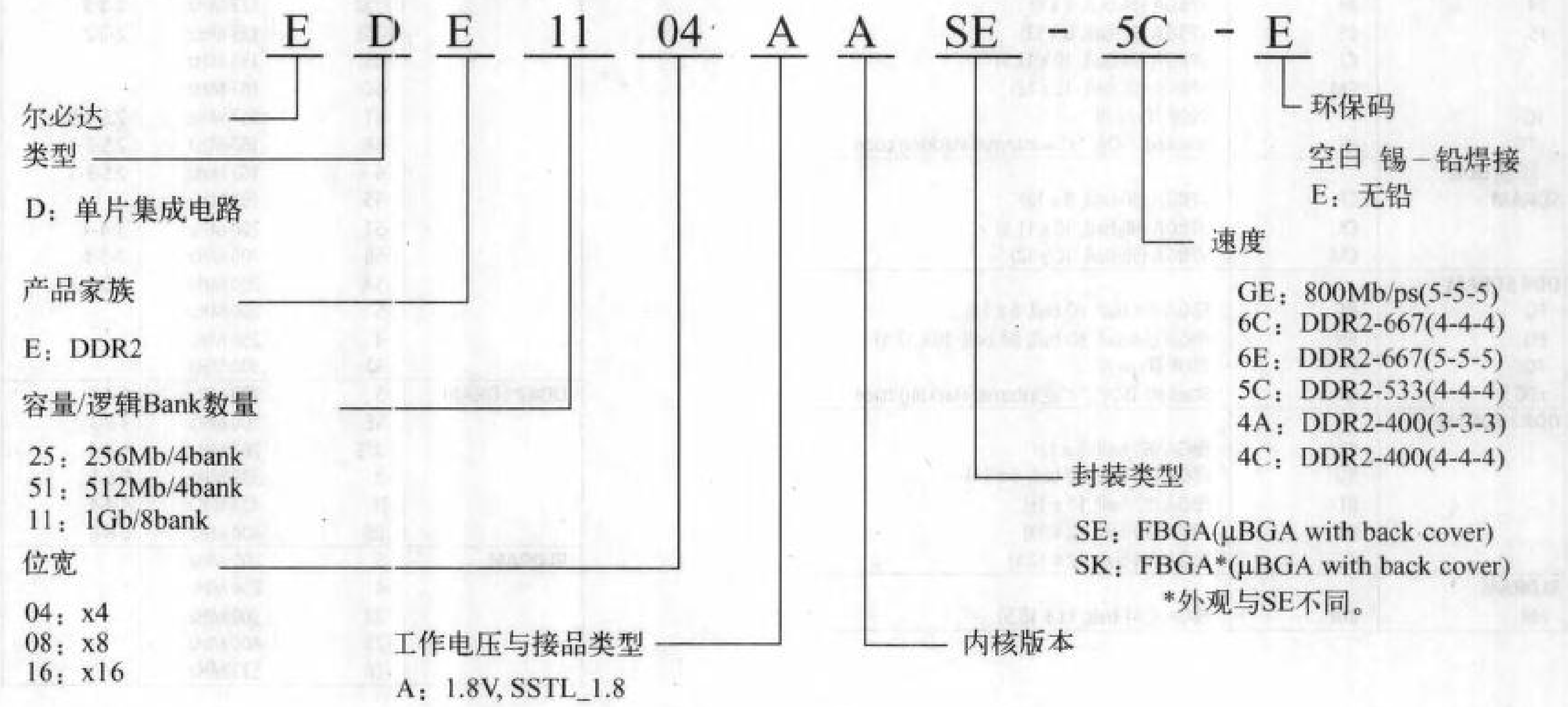
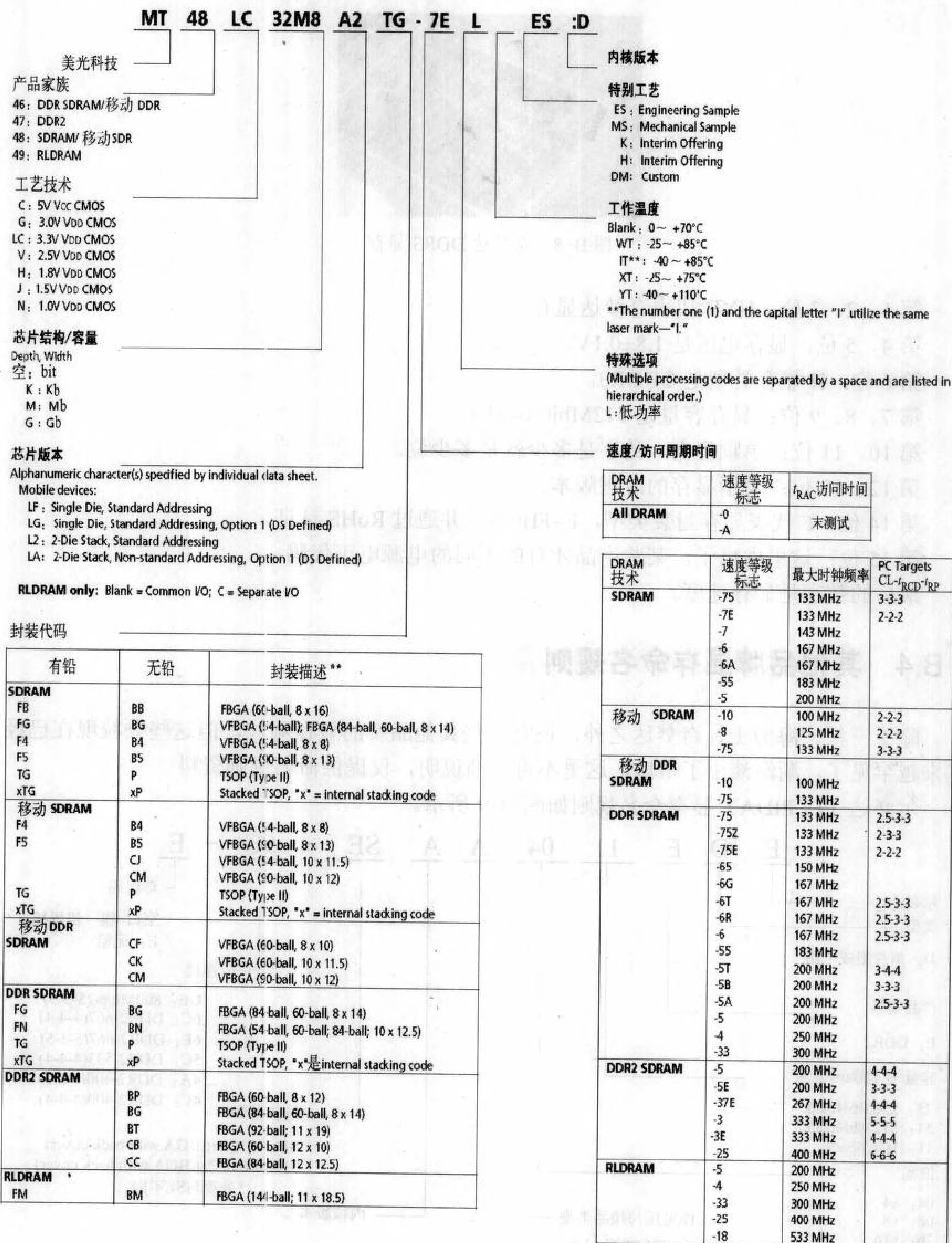


图 B-9　尔必达（ELPIDA）显存命名规则

美光（Micron）显存命名规则如图 B-10 所示。



有铅	无铅	封装描述 **
SDRAM		
FB	BB	FBGA (60-ball, 8 x 16)
FG	BG	VFBGA (54-ball); FBGA (84-ball, 60-ball, 8 x 14)
F4	B4	VFBGA (54-ball, 8 x 8)
F5	B5	VFBGA (90-ball, 8 x 13)
TG	P	TSOP (Type II)
xTG	xP	Stacked TSOP, "x" = internal stacking code
移动 SDRAM		
F4	B4	VFBGA (54-ball, 8 x 8)
F5	B5	VFBGA (90-ball, 8 x 13)
	CJ	VFBGA (54-ball, 10 x 11.5)
	CM	VFBGA (90-ball, 10 x 12)
TG	P	TSOP (Type II)
xTG	xP	Stacked TSOP, "x" = internal stacking code
移动DDR SDRAM	CF	VFBGA (60-ball, 8 x 10)
	CK	VFBGA (60-ball, 10 x 11.5)
	CM	VFBGA (90-ball, 10 x 12)
DDR SDRAM		
FG	BG	FBGA (84-ball, 60-ball, 8 x 14)
FN	BN	FBGA (54-ball, 60-ball; 84-ball; 10 x 12.5)
TG	P	TSOP (Type II)
xTG	xP	Stacked TSOP, "x"是internal stacking code
DDR2 SDRAM		
	BP	FBGA (60-ball, 8 x 12)
	BG	FBGA (84-ball, 60-ball, 8 x 14)
	BT	FBGA (92-ball; 11 x 19)
	CB	FBGA (60-ball, 12 x 10)
	CC	FBGA (84-ball, 12 x 12.5)
RLDRAM *		
FM	BM	FBGA (144-ball; 11 x 18.5)

DRAM技术	速度等级标志	t_{RAC}访问时间
All DRAM	-0 -A	末测试

DRAM技术	速度等级标志	最大时钟频率	PC Targets CL-t_{RCD}-t_{RP}
SDRAM	-75	133 MHz	3-3-3
	-7E	133 MHz	2-2-2
	-7	143 MHz	
	-6	167 MHz	
	-6A	167 MHz	
	-55	183 MHz	
	-5	200 MHz	
移动 SDRAM	-10	100 MHz	2-2-2
	-8	125 MHz	2-2-2
	-75	133 MHz	3-3-3
移动 DDR SDRAM	-10	100 MHz	
	-75	133 MHz	
DDR SDRAM	-75	133 MHz	2.5-3-3
	-75Z	133 MHz	2-3-3
	-75E	133 MHz	2-2-2
	-65	150 MHz	
	-6G	167 MHz	
	-6T	167 MHz	2.5-3-3
	-6R	167 MHz	2.5-3-3
	-6	167 MHz	2.5-3-3
	-55	183 MHz	
	-5T	200 MHz	3-4-4
	-5B	200 MHz	3-3-3
	-5A	200 MHz	2.5-3-3
	-5	200 MHz	
	-4	250 MHz	
	-33	300 MHz	
DDR2 SDRAM	-5	200 MHz	4-4-4
	-5E	200 MHz	3-3-3
	-37E	267 MHz	4-4-4
	-3	333 MHz	5-5-5
	-3E	333 MHz	4-4-4
	-25	400 MHz	6-6-6
RLDRAM	-5	200 MHz	
	-4	250 MHz	
	-33	300 MHz	
	-25	400 MHz	
	-18	533 MHz	

图 B-10 美光（Micron）显存命名规则



茂德（ProMOS）显存命名规则如图 B-11 所示。

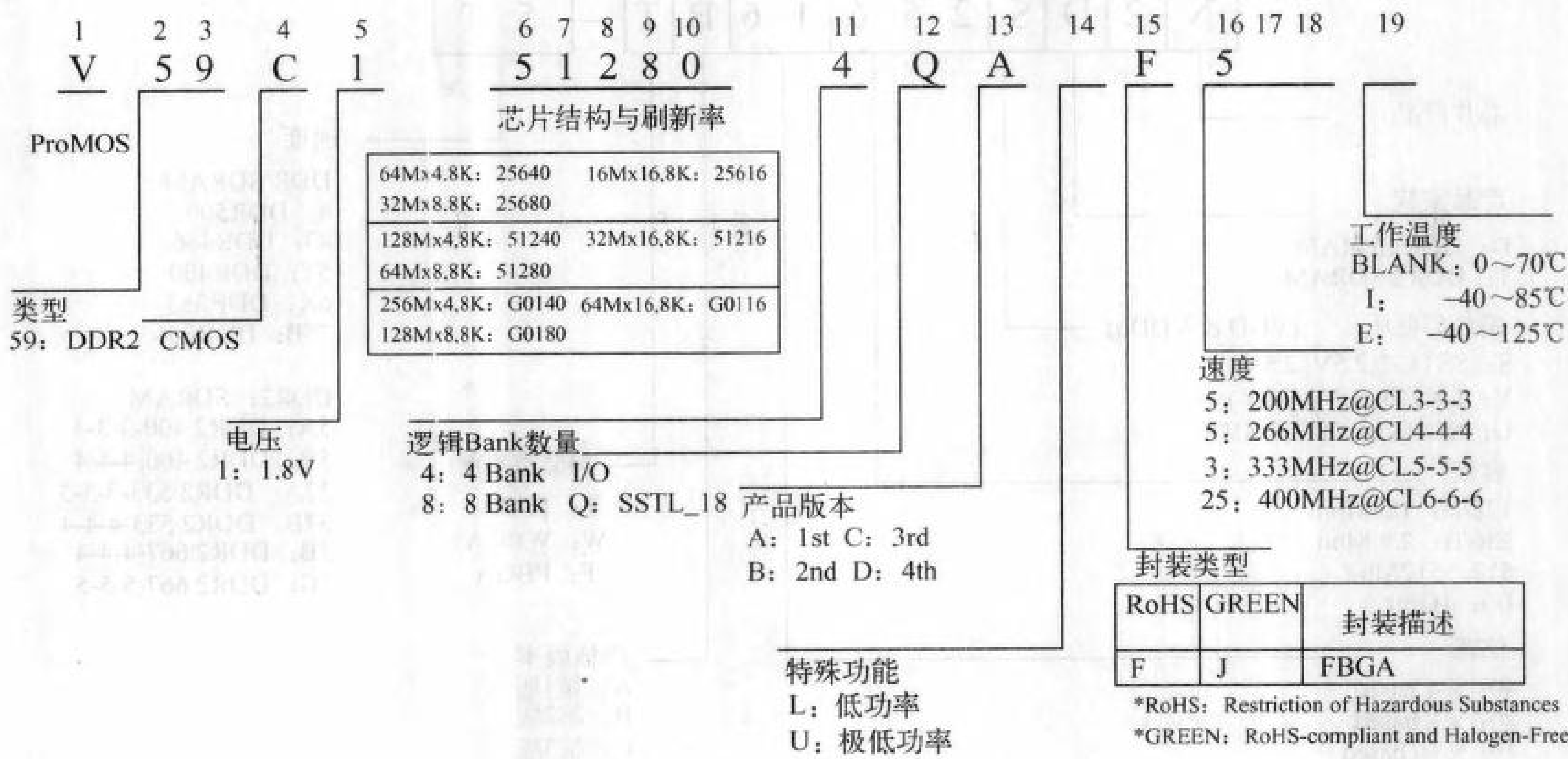


图 B-11 茂德（ProMOS）显存命名规则

南亚（Nanya）显存命名规则如图 B-12 所示。

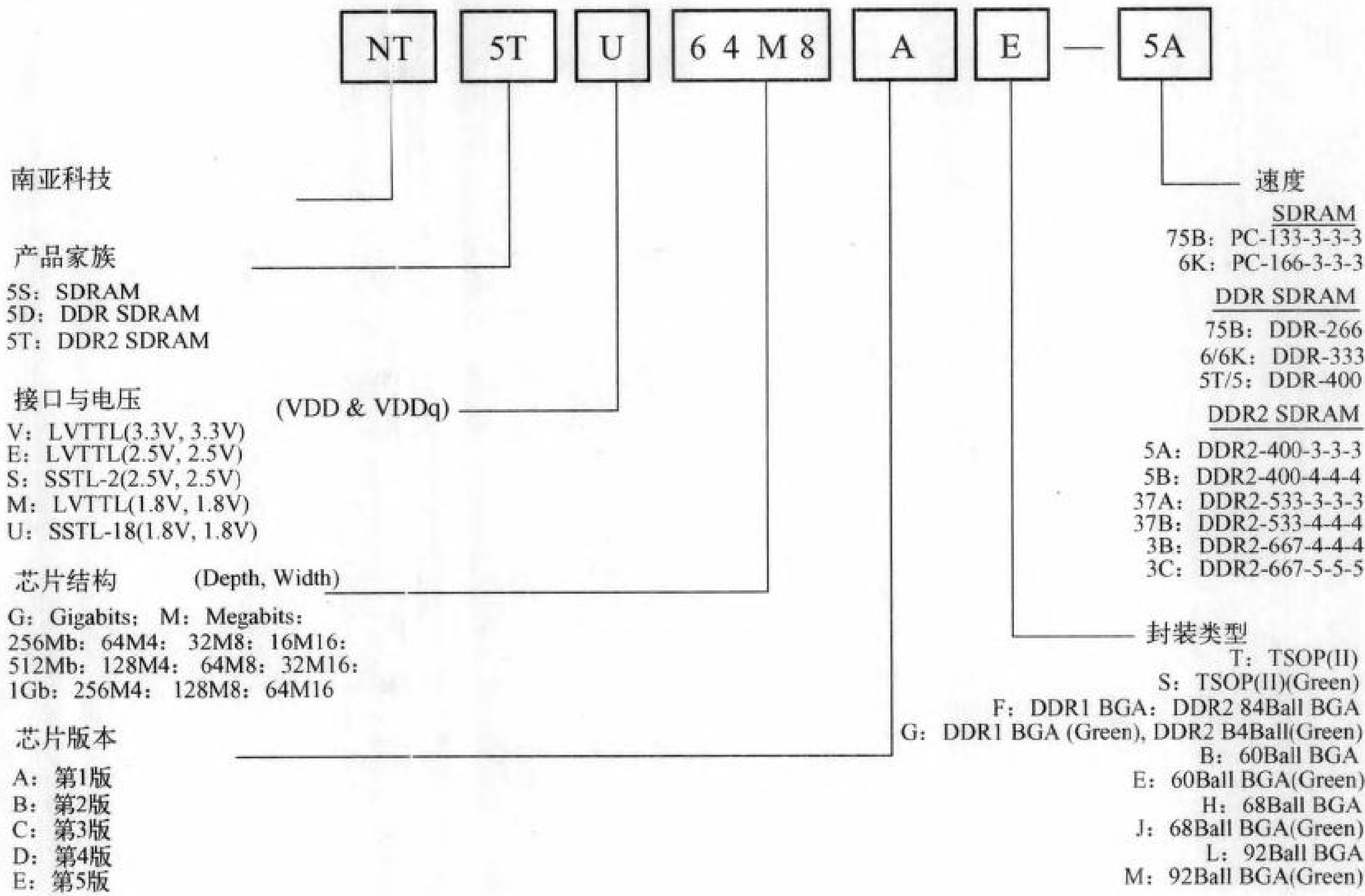


图 B-12 南亚（Nanya）显存命名规则

易胜（Elixir）显存命名规则如图 B-13 所示。

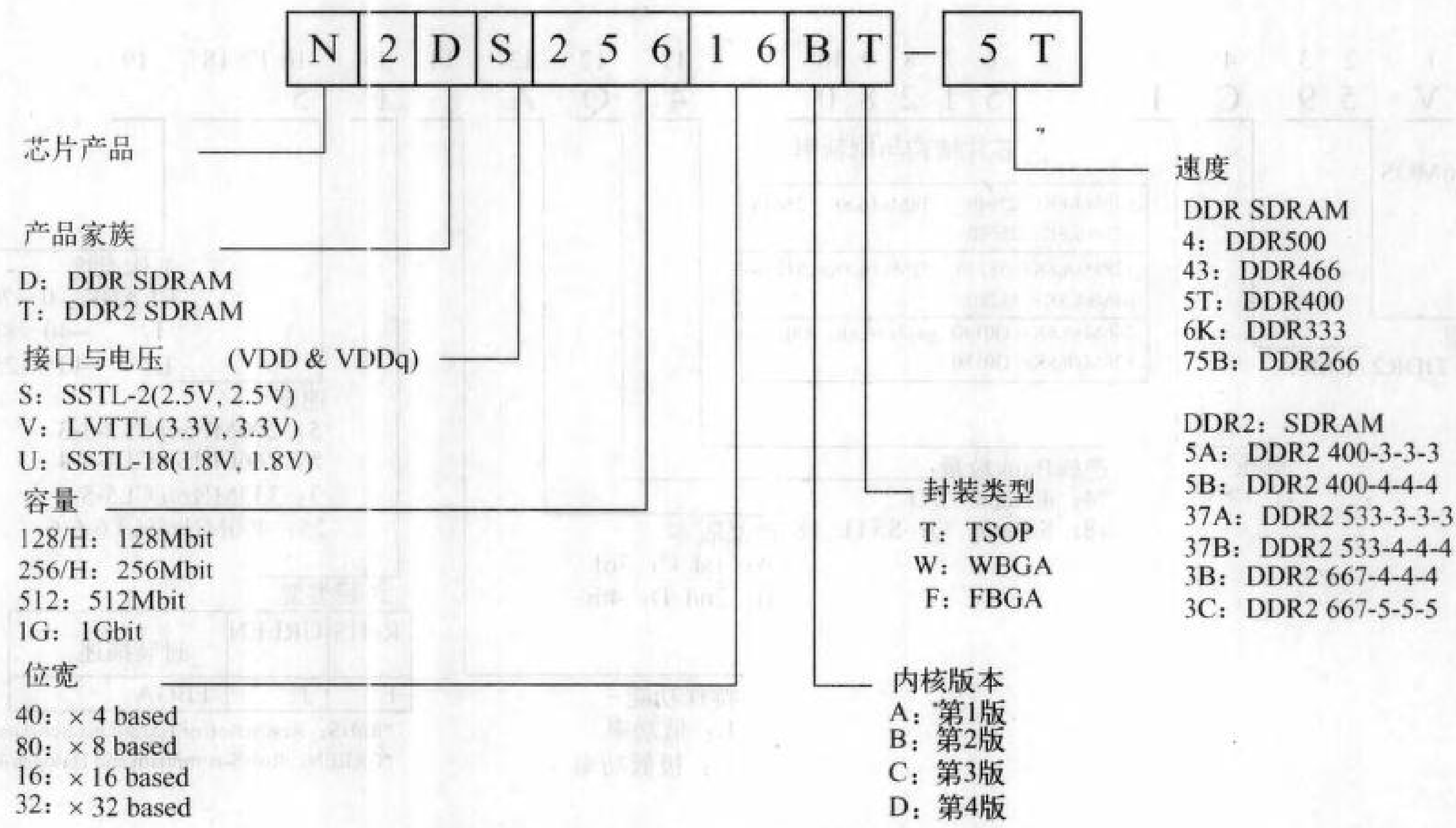


图 B-13 易胜（Elixir）显存命名规则

附录



显卡常用电源管理芯片

◎ APW 系列

◎ ISL 系列

◎ RT 系列

C.1 APW 系列

APW 系列即 ANPEC 台湾茂达电子公司生产的芯片，在显卡供电中常用的 APW 系列芯片有 APW7120、APW7060、APW7067，此外还有 APW7062、APW7065、APW7058 等。下面详细介绍前 3 种，后面 3 种具体引脚定义可参照前 3 种芯片。

C.1.1 APW7120

1. 顶视图和引脚定义

图 C-1 为 APW7120 的顶视图，表 C-1 为其引脚功能定义表。

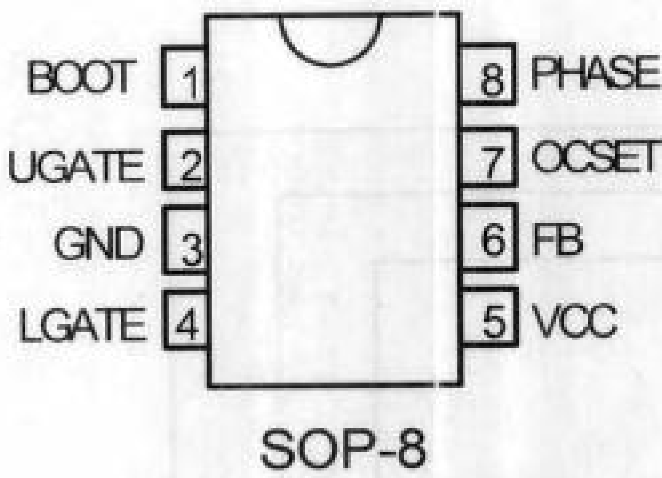


图 C-1 APW7120 顶视图

表 C-1 APW7120 引脚功能定义表

脚 位	名 称	功 能
1	BOOT	自举升压端
2	UGATE	高端管驱动
3	GND	接地
4	LGATE	低端管驱动
5	VCC	供电端
6	FB	电压反馈输入端
7	OCSET	过流设定，一般设计为开启端
8	PHASE	高端管返回通路

2. 典型应用电路

APW7120 典型应用电路如图 C-2 所示。

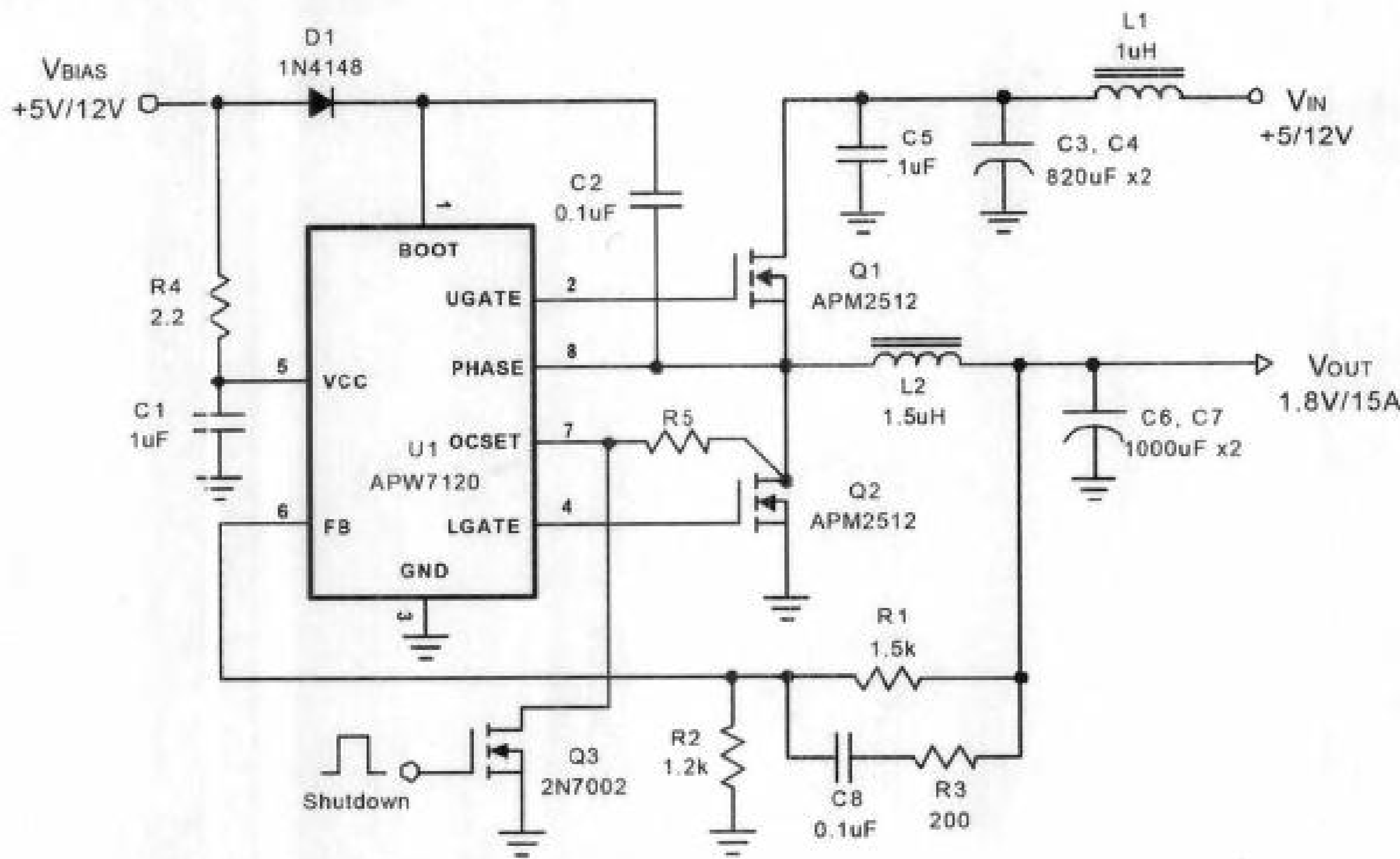


图 C-2 APW7120 典型应用电路图



3. 工作条件

（1）第1脚BOOT：5V左右（正常工作后有6V左右的电压）。

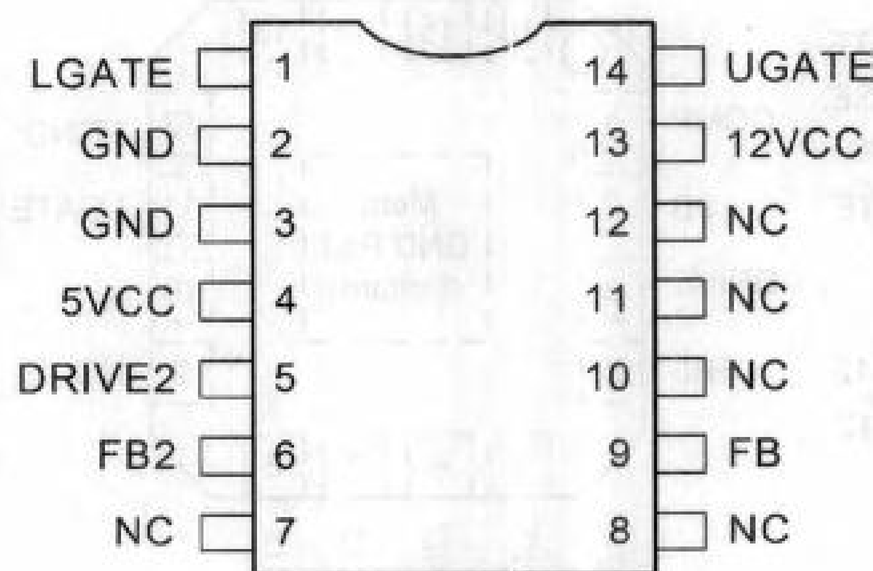
（2）第5脚VCC：5V供电。

（3）第7脚OCSET：高电平开启，低电平关闭输出。

C.1.2　APW7060

1. 顶视图和引脚定义

APW7060顶视图如图C-3所示，引脚功能定义见表C-2。



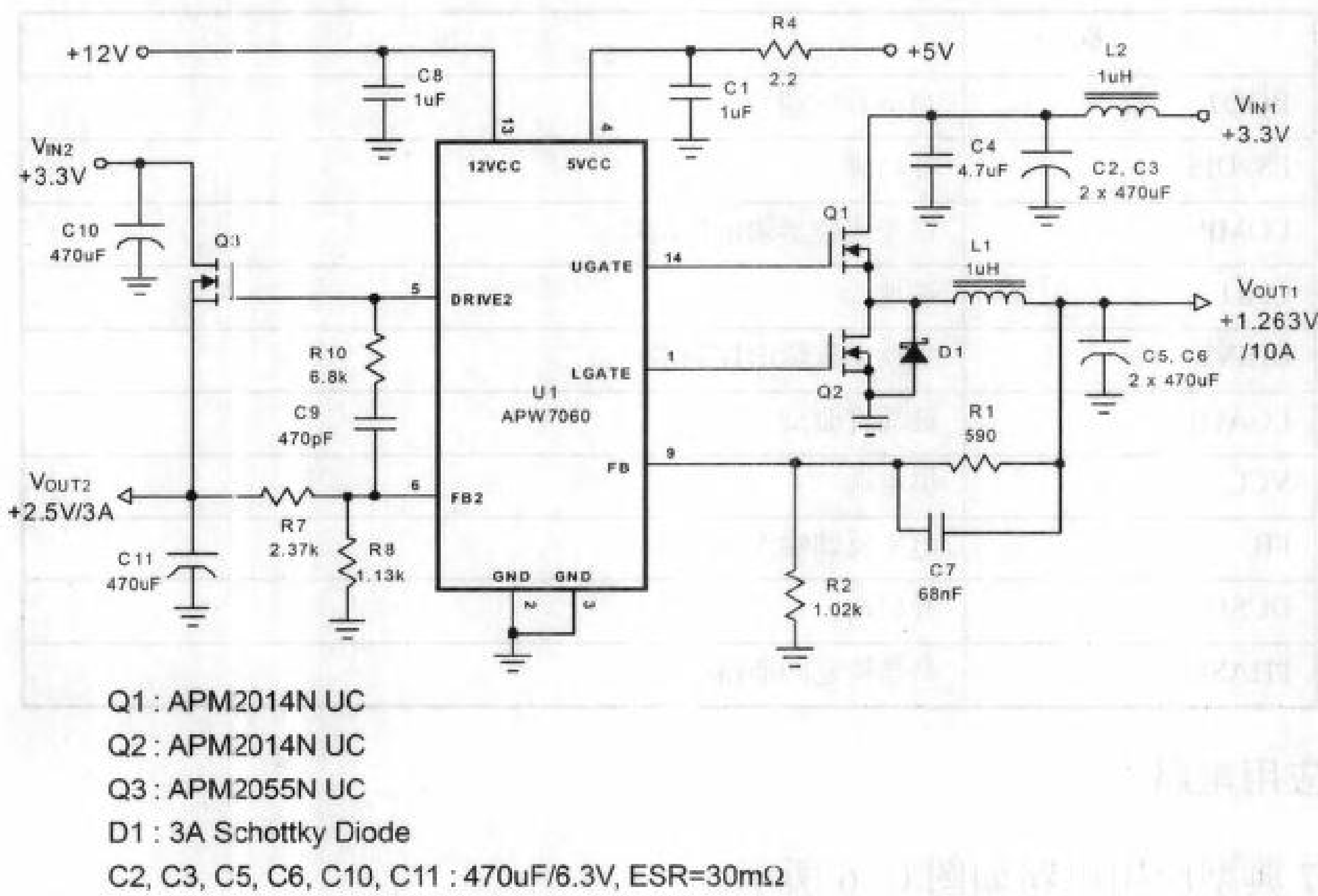
图C-3　APW7060顶视图

表C-2　APW7060引脚功能定义表

脚　位	名　称	功　能
1	LGATE	低端管驱动
2,3	GND	接地
4	5VCC	5V供电端
5	DRIVE2	线性电压输出驱动端
6	FB2	电压反馈输入端
7,8,11,12	NC	空脚
13	12VCC	12V供电端
14	UGATE	高端管驱动

2. 典型应用电路

APW7060典型应用电路如图C-4所示。



图C-4　APW7060典型应用电路图

3. 工作条件

（1）第 4 脚 5VCC 供电：5V。
（2）第 13 脚 12VCC 供电：12V。

C.1.3 APW7067

1. 顶视图和引脚定义

APW7067 有多种封装形式，顶视图如图 C-5 所示，引脚功能定义见表 C-3。

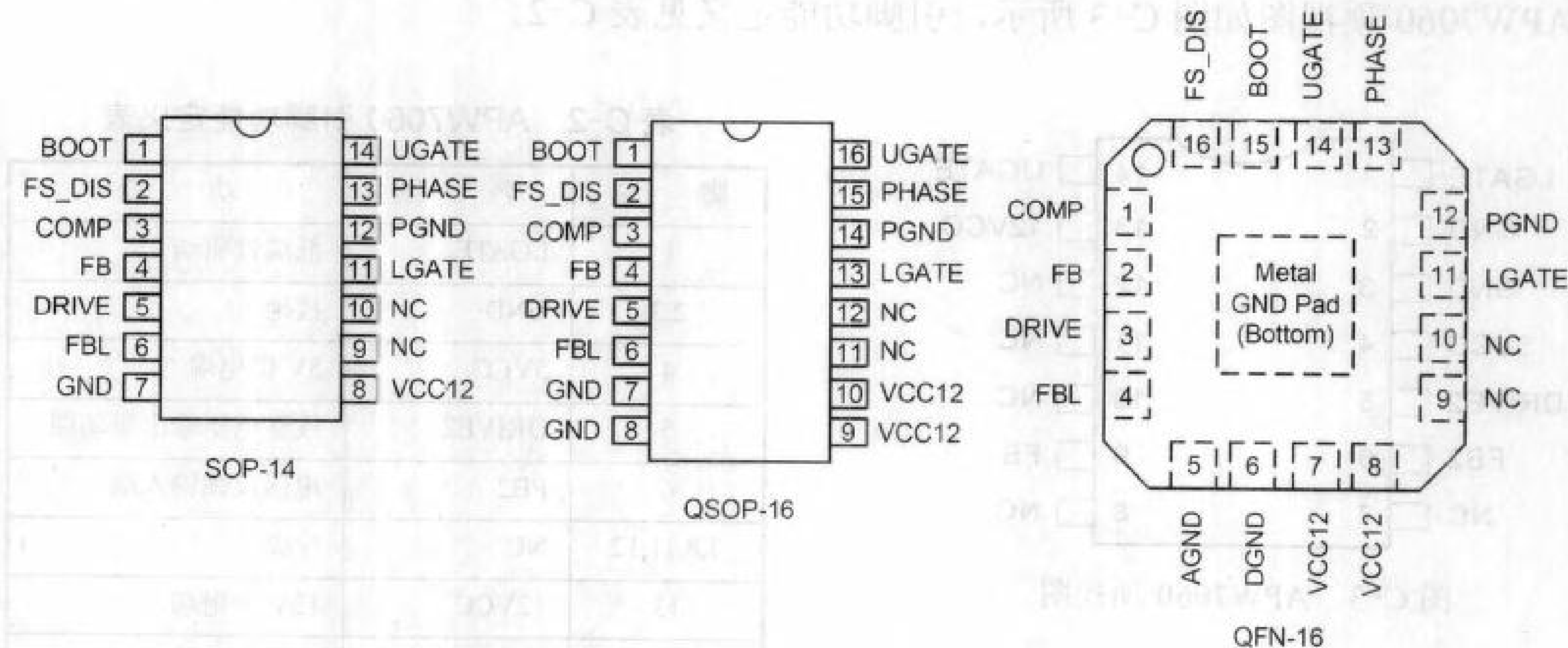


图 C-5 APW7067 多种封装顶视图

表 C-3 APW7067 引脚功能定义表

名 称	功 能
BOOT	自举升压端
FS_DIS	开启脚
COMP	误差比较器输出控制端
GND	接地
DRIVE	线性电压输出控制端
LGATE	低端管驱动
VCC	供电端
FB	电压反馈输入端
OCSET	开启端
PHASE	高端管返回通路

2. 典型应用电路

APW7067 典型应用电路如图 C-6 所示。

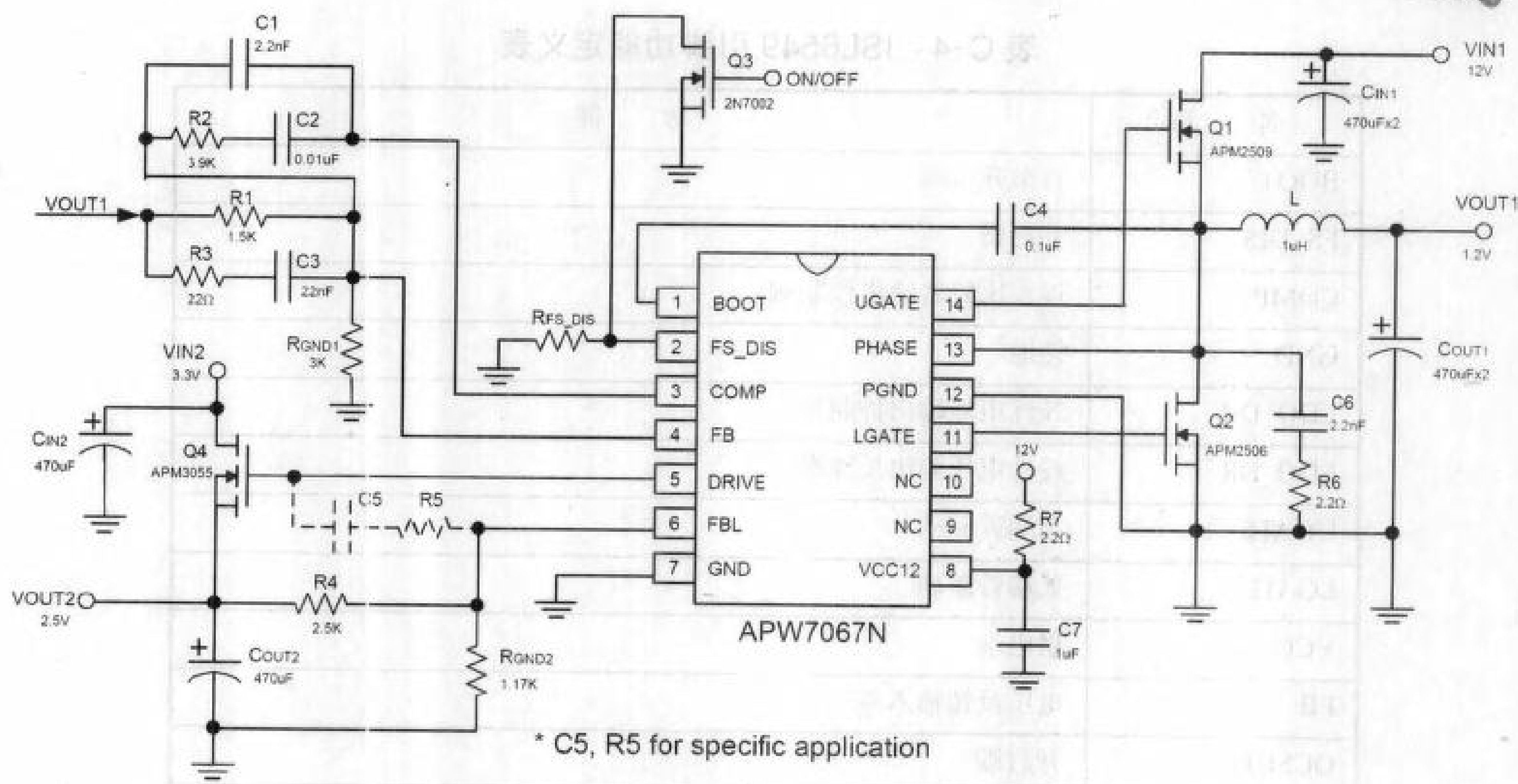


图 C-6　APW7067 典型应用电路图

3. 工作条件

（1）第 8 脚：VCC12V 供电。
（2）第 2 脚：高电平开启。

C.2　ISL 系列

ISL 系列即 intersil 美国英特锡尔公司生产的芯片。在显卡供电中常用的 ISL 系列芯片有 ISL6549、ISL6529。

C.2.1　ISL6549

1. 顶视图和引脚定义

ISL6549 多种封装顶视图如图 C-7 所示，引脚功能见表 C-4。

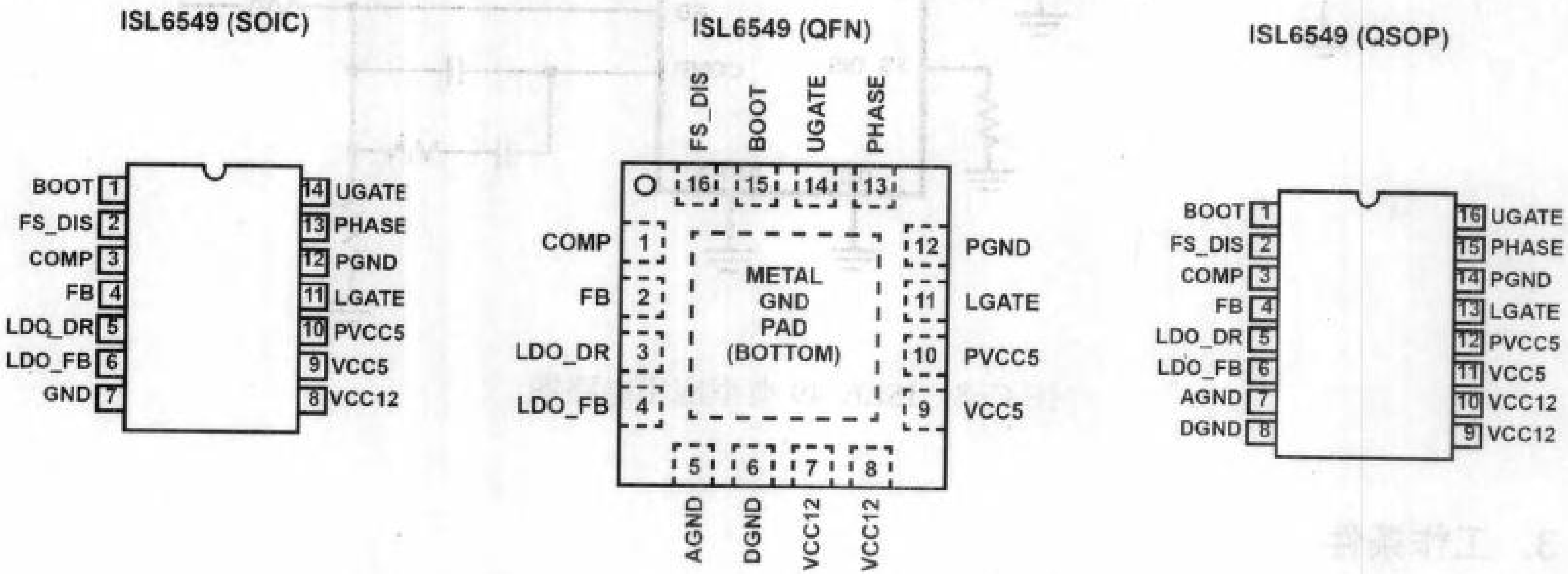


图 C-7　ISL6549 顶视图

表 C-4 ISL6549 引脚功能定义表

名 称	功 能
BOOT	自举升压端
FS_DIS	开启脚
COMP	误差比较器输出控制端
GND	接地
LDO_DR	线性电压输出控制端
LDO_DR	线性电压输出反馈端
UGATE	高端管驱动
LGATE	低端管驱动
VCC	供电端
FB	电压反馈输入端
OCSET	开启端
PHASE	高端管返回通路

2. 典型应用电路

ISL6549 典型应用电路如图 C-8 所示。

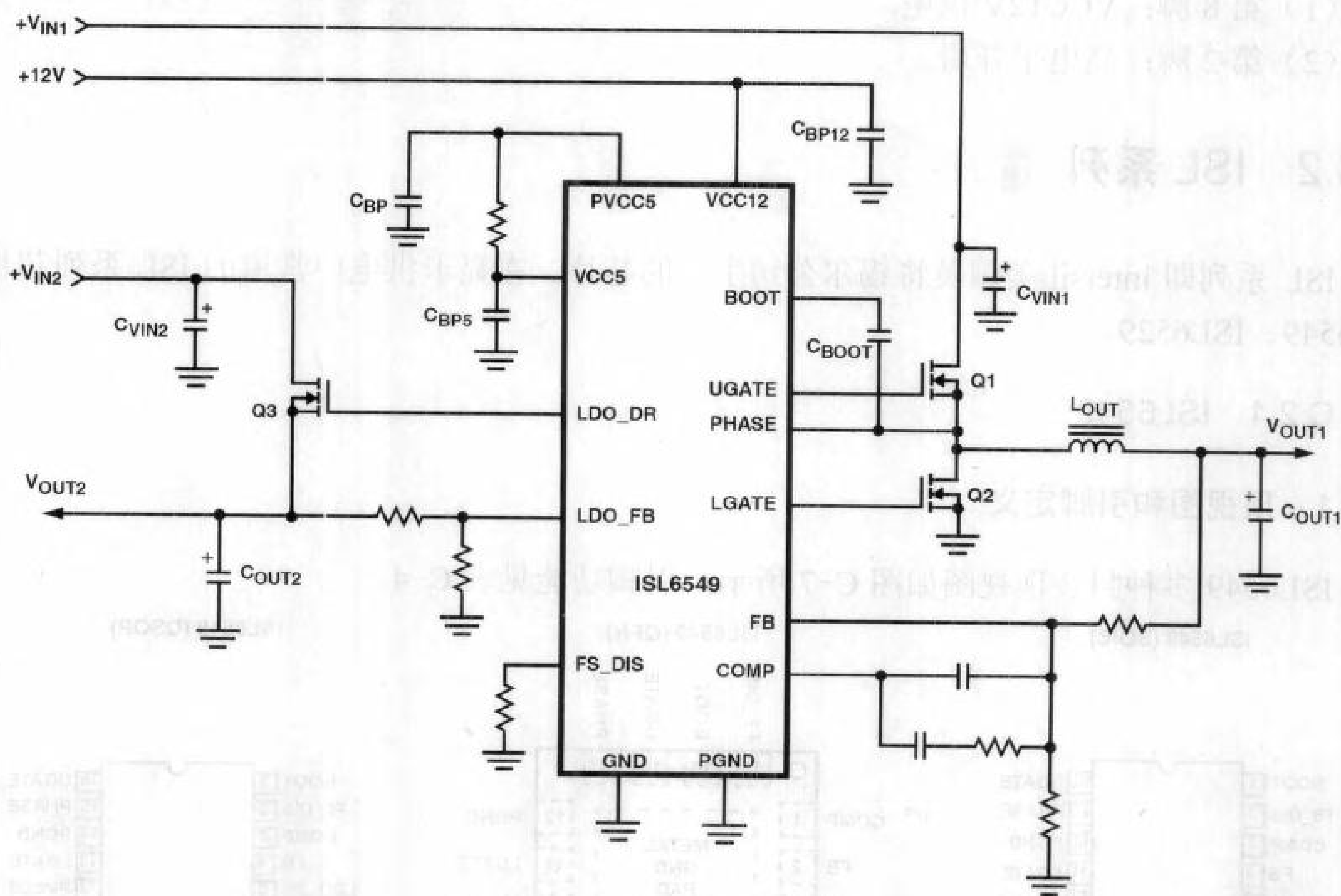
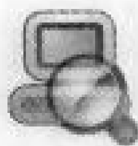


图 C-8 ISL6549 典型应用电路图

3. 工作条件

（1）供电端 VCC12 为 12V，VCC5 为 5V，PVCC5 为 5V。



（2）FS_DIS：高电平开启脚。

C.2.2　ISL6529

1. 顶视图和引脚定义

ISL6529 顶视图如图 C-9 所示，引脚功能定义见表 C-5。

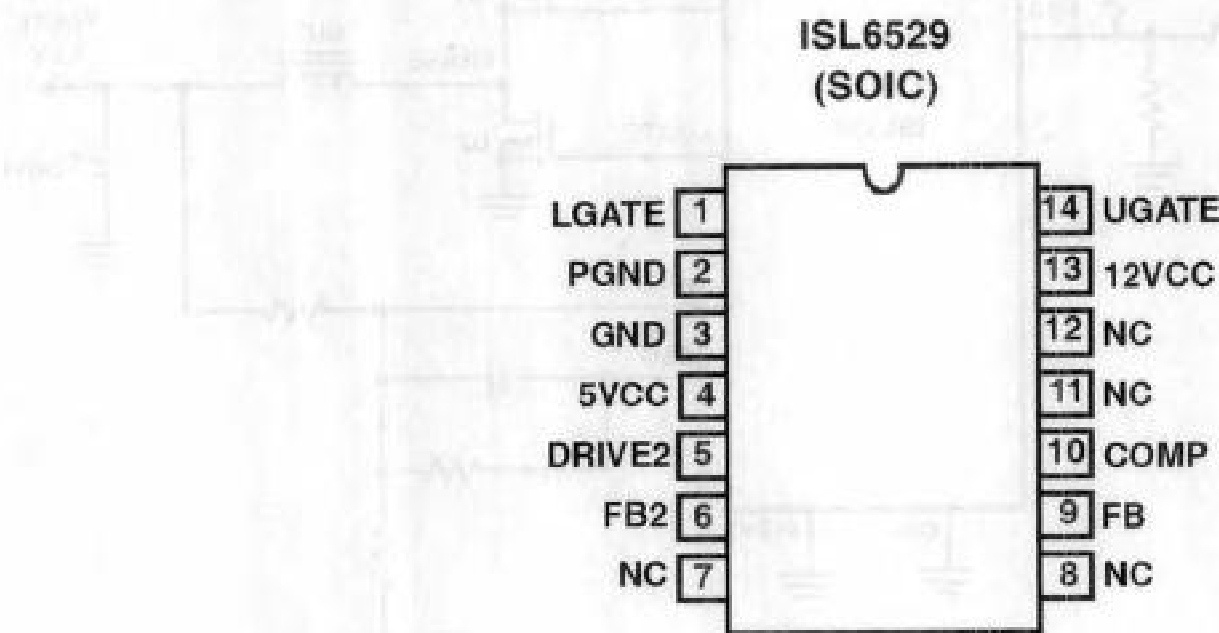


图 C-9　ISL6529 顶视图

表 C-5　ISL6529 引脚功能定义表

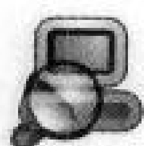
脚　位	名　称	功　能
1	LGATE	低端管驱动
2	PGND	电源地
3	GND	信号地
4	5VCC	5V 供电端
5	DRIVE2	线性电压输出控制端 2
6	FB2	电压反馈输入端 2
7	NC	空脚（未连接）
8	NC	空脚（未连接）
9	FB	电压反馈输入端
10	COMP	误差比较器输出控制端
11	NC	空脚（未连接）
12	NC	空脚（未连接）
13	12VCC	12V 供电端
14	UGATE	高端管驱动

2. 典型应用电路

ISL6529 典型应用电路如图 C-10 所示。

3. 工作条件

（1）5VCC：5V 供电。



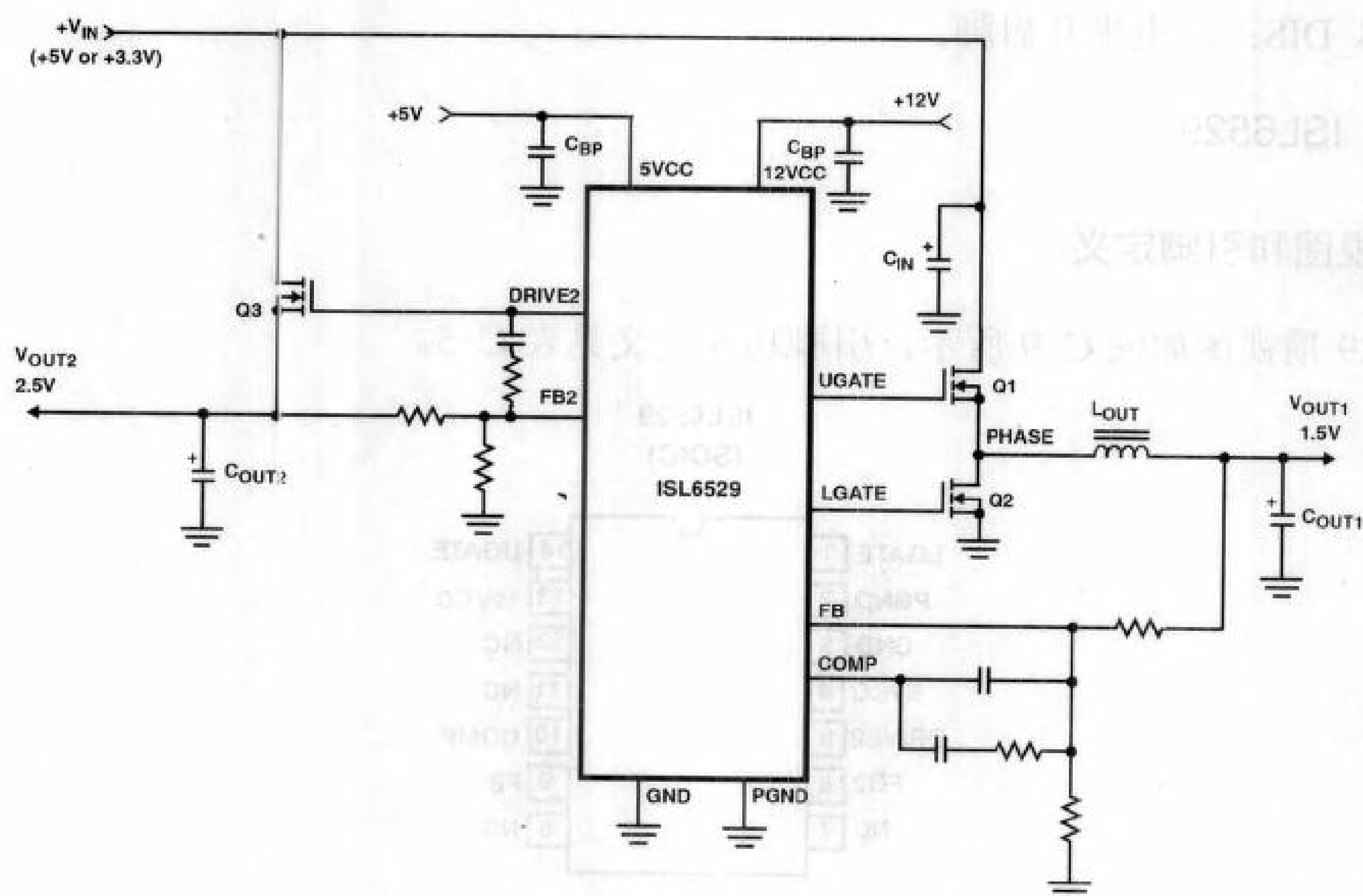


图 C-10 ISL6529 典型应用电路图

（2）12VCC：12V 供电。

注：Q3 有问题也会导致芯片保护，不工作。

C.3 RT 系列

RT 系列即 RICHTEK 台湾立锜科技生产的芯片，在显卡供电中常用的 RT 系列芯片有 RT9202、RT9214、RT9232、RT9259。

C.3.1 RT9202

1. 顶视图和引脚定义

RT9202 顶视图如图 C-11 所示，引脚功能定义见表 C-6。



图 C-11 RT9202 顶视图

表 C-6 RT9202 引脚功能定义表

脚位	名称	功能
1	BOOT	自举升压端
2	UGATE	高端管驱动
3	GND	接地
4	LGATE	低端管驱动
5	VCC	供电端
6	FB	电压反馈输入端
7	OCSET	过流设置，一般设计为开启端
8	PHASE	高端管返回通路

2. 典型应用电路

（1）仅采用 5V 供电的应用电路如图 C-12 所示。

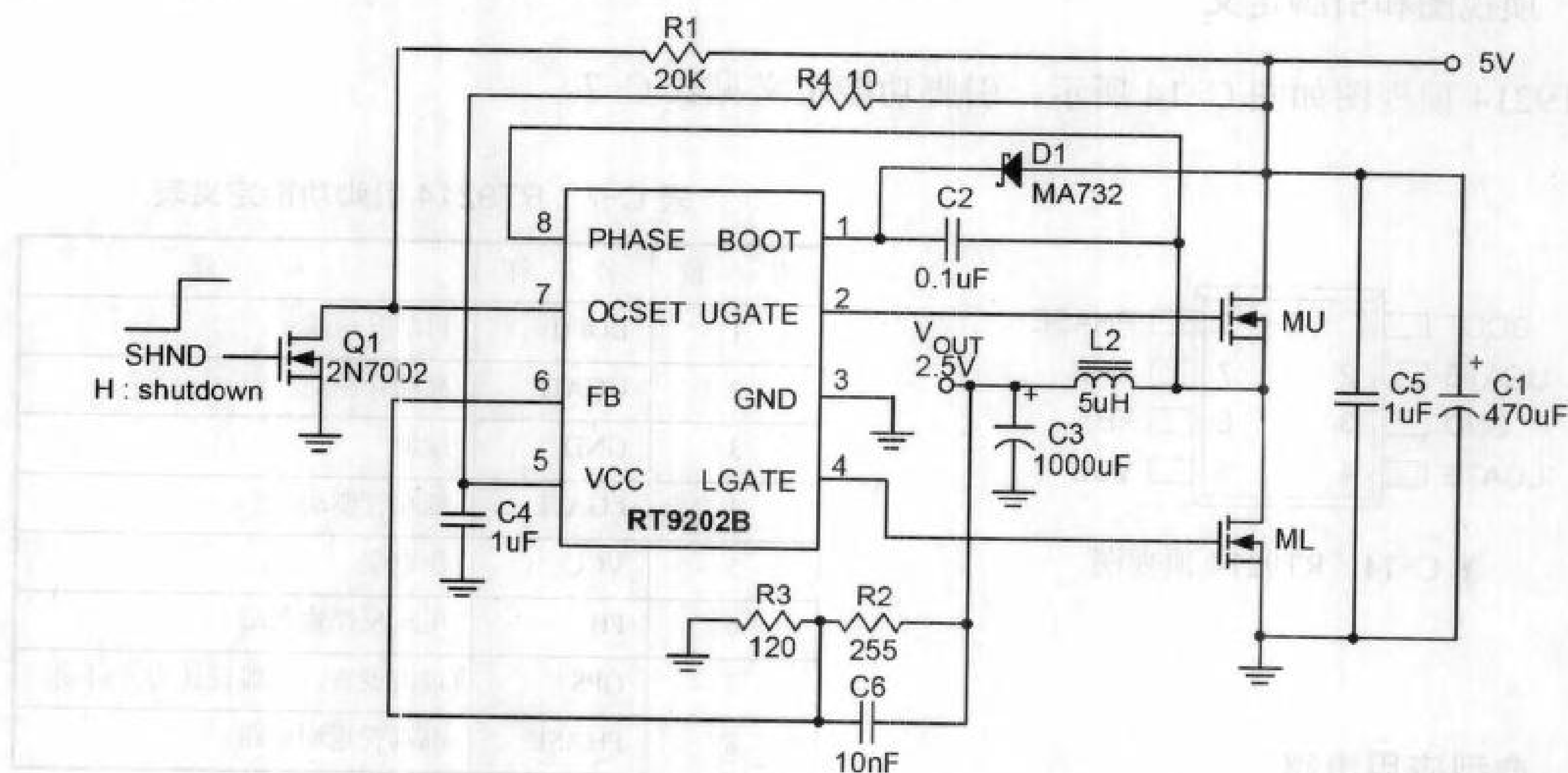


图 C-12　仅采用 5V 供电的 RT9202 应用电路图

（2）采用 12V 和 5V 供电的应用电路如图 C-13 所示。

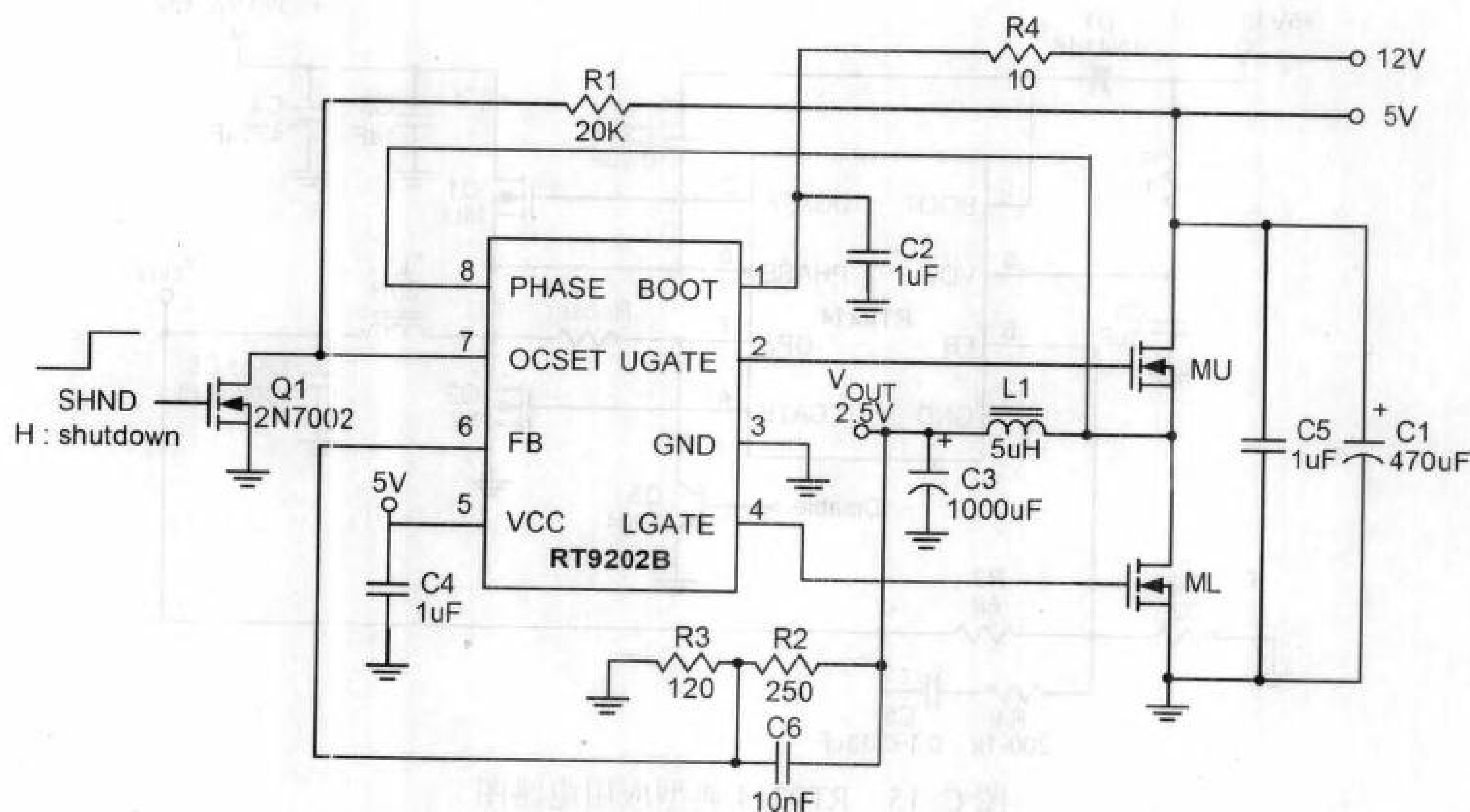


图 C-13　采用 12V 和 5V 供电的 RT9202 应用电路图

3. 工作条件

（1）VCC：5V 供电。

（2）OCSET：高电平开启。

（3）BOOT：芯片正常工作后有 6V 左右的电压。

C.3.2　RT9214

1．顶视图和引脚定义

RT9214 顶视图如图 C-14 所示，引脚功能定义见表 C-7。

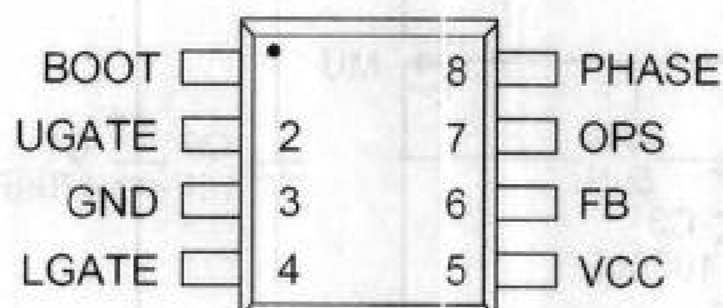


图 C-14　RT9214 顶视图

表 C-7　RT9214 引脚功能定义表

脚　位	名　称	功　能
1	BOOT	自举升压端
2	UGATE	高端管驱动
3	GND	接地
4	LGATE	低端管驱动
5	VCC	供电端
6	FB	电压反馈输入端
7	OPS	过流设置，一般设计为开启端
8	PHASE	高端管返回通路

2．典型应用电路

RT9214 典型应用电路如图 C-15 所示。

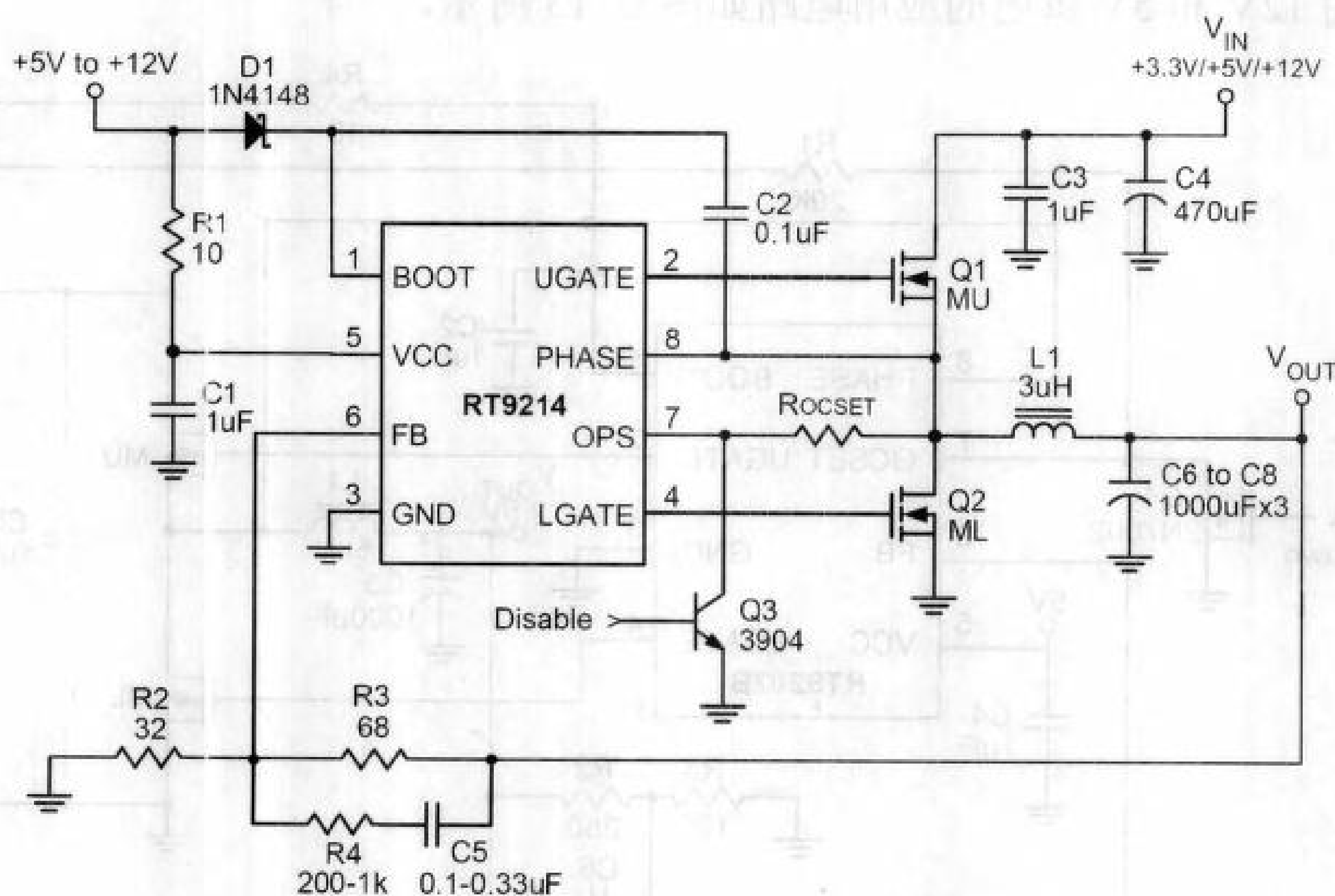


图 C-15　RT9214 典型应用电路图

3．工作条件

（1）VCC：供电 5～12V。

（2）OCSET：高电平开启。

（3）BOOT：芯片正常工作前有 5～12V 电压。

C.3.3　RT9232

1. 顶视图和引脚定义

RT9232 顶视图如图 C-16 所示，引脚功能定义见表 C-8。

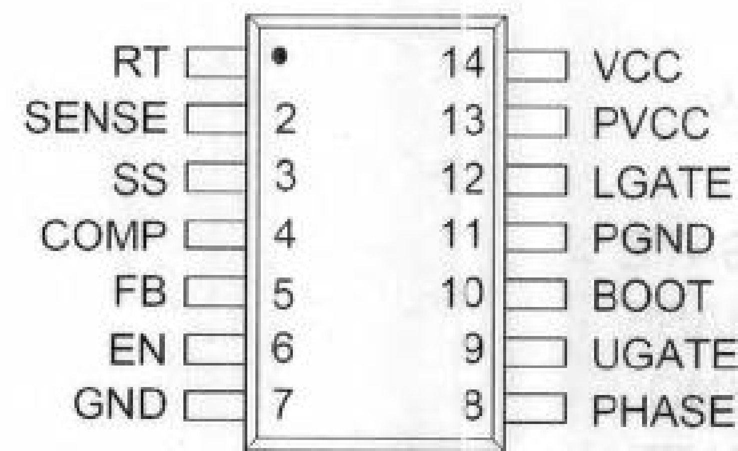


图 C-16　RT9232 顶视图

表 C-8　RT9232 引脚功能定义表

脚　位	名　称	功　能
1	RT	振荡器频率设置
2	SENSE	侦测 Vin 状态
3	SS	软启动脚
4	COMP	误差比较器输出控制端
5	FB	电压反馈输入端
6	EN	开启脚，高电平有效
7	GND	信号地
8	PHASE	高端管返回通路
9	UGATE	高端管驱动
10	BOOT	高端管驱动补给
11	PGND	电源地
12	LGATE	低端管驱动
13	PVCC	低端管驱动补给
14	VCC	供电端(12V)

2. 典型应用电路

RT9232 典型应用电路如图 C-17 所示。

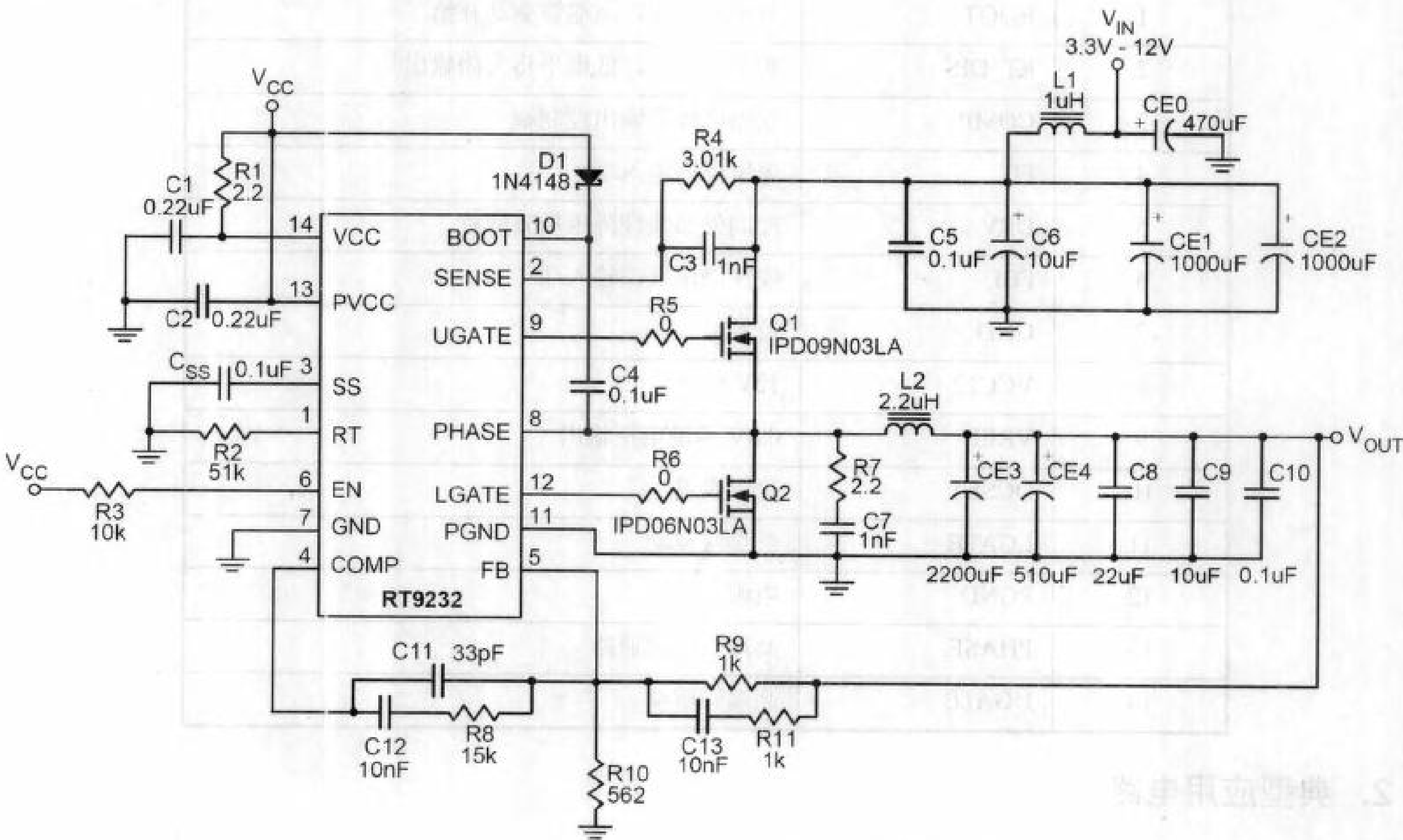


图 C-17　RT9232 典型应用电路图

3. 工作条件

（1）VCC、PVCC：供电。
（2）EN：高电平有效。
（3）RT、COMP、FB 等相连零件不能掉件。

C.3.4 RT9259

1. 顶视图和引脚定义

RT9259 顶视图如图 C-18 所示，引脚功能定义见表 C-9。

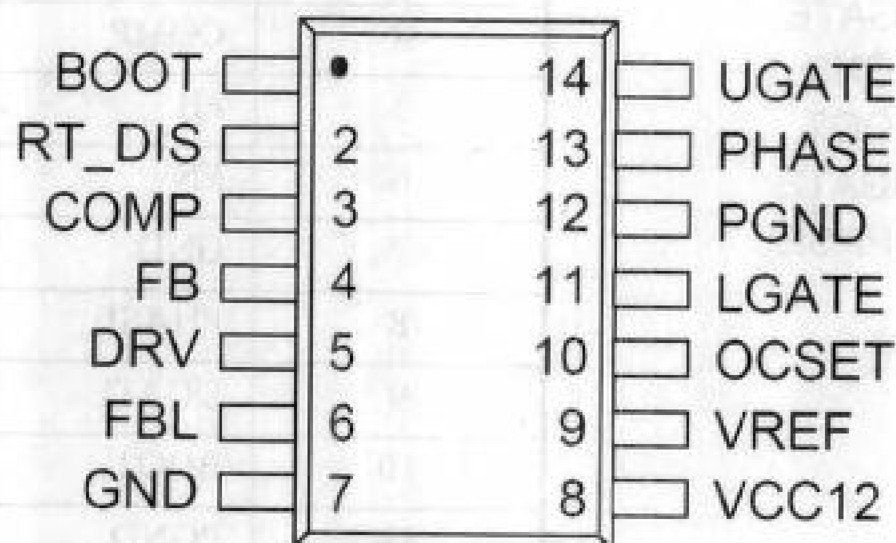


图 C-18 RT9259 顶视图

表 C-9 RT9259 引脚功能定义表

脚 位	名 称	功 能
1	BOOT	自举升压端，高端管驱动补给
2	RT_DIS	频率设置端，低电平将关闭输出
3	COMP	误差比较器输出控制端
4	FB	电压反馈输入端
5	DRV	控制外部线性降压场效应管
6	FBL	线性降压反馈输入端
7	GND	信号地
8	VCC12	12V 供电
9	VREF	0.8V 基准电压输出
10	OCSET	过流设置
11	LGATE	低端管驱动
12	PGND	电源地
13	PHASE	高端管返回通路
14	UGATE	高端管驱动

2. 典型应用电路

RT9259 典型应用电路如图 C-19 所示。

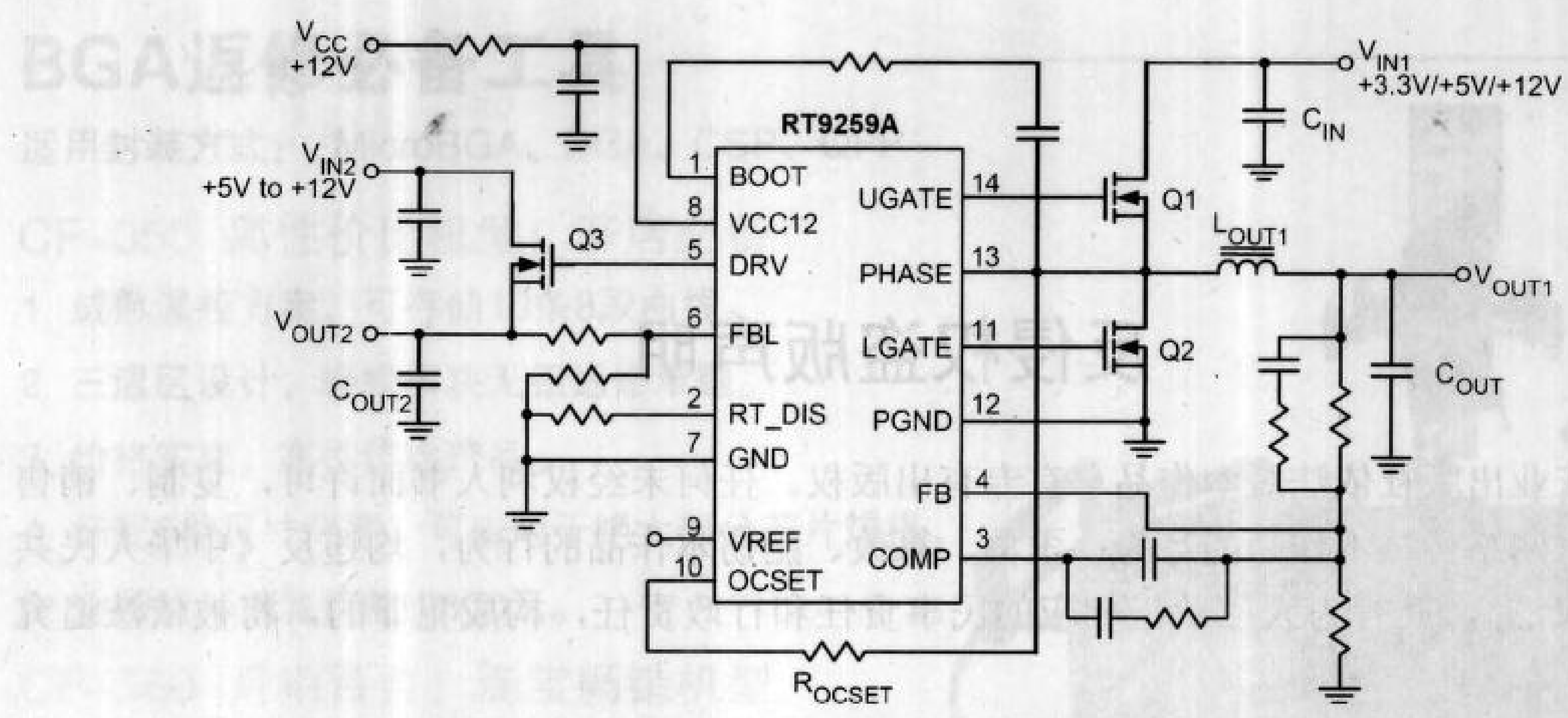


图 C-19　RT9259 典型应用电路图

3．工作条件

（1）VCC12：供电。

（2）RT_DIS：高电平。